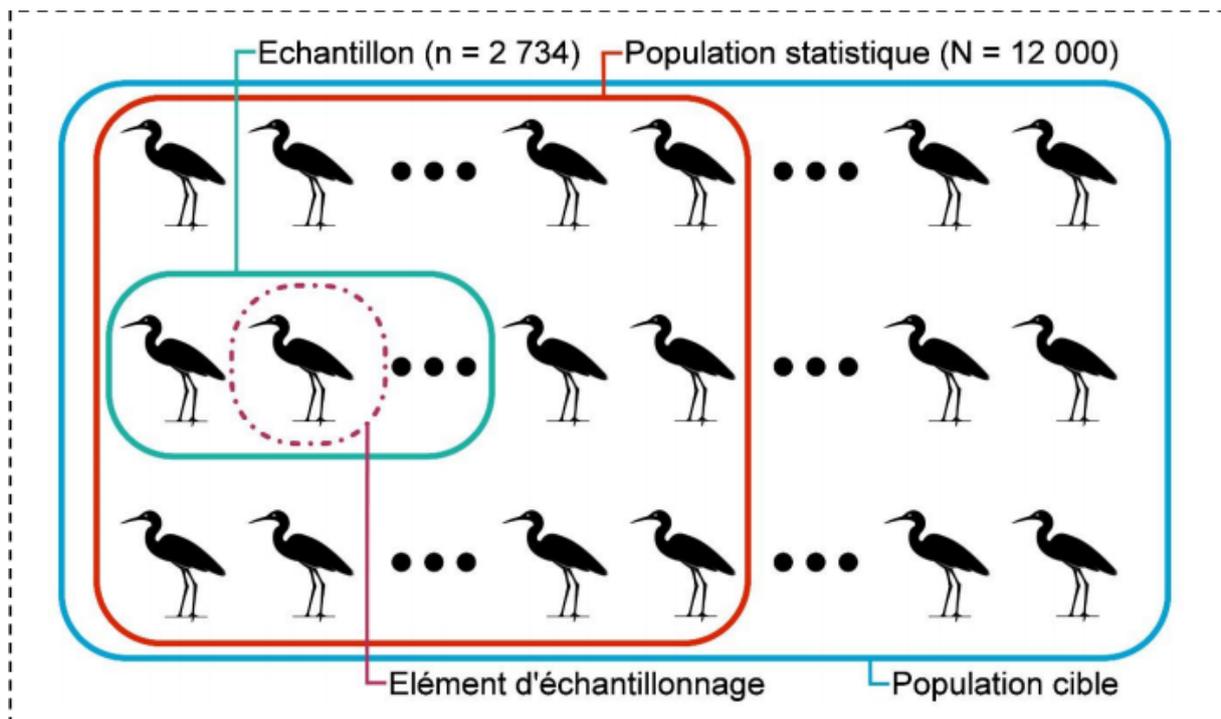




# Cours : Méthode d'étude et inventaire de la faune et la flore



Destiné aux Etudiants de 2ème année licence

Spécialité Écologie et environnement

Réalisé par : Dr. Bouaroudj Sara

E-Mail : sara.bouaroudj@centre-univ-mila.dz

Année Universitaire 2022/ 2023

<b>Sommaire</b>	
<b>Introduction .....</b>	4
<b>1. Echantillonnage .....</b>	5
<b>1.1. Principes généraux.....</b>	5
▪ <b>Descripteurs .....</b>	5
<b>1.1.1. Classification des descripteurs.....</b>	5
a/ <b>Descripteurs qualitatifs .....</b>	5
b/ <b>Descripteurs ordinaux ou semi-quantitatifs .....</b>	5
c/ <b>Descripteurs quantitatifs .....</b>	6
d/ <b>Descripteurs complexes ou synthétiques.....</b>	6
<b>1.1.2. Choix des descripteurs.....</b>	6
▪ <b>Descripteur d'occupation de l'espace-temps.....</b>	6
▪ <b>Descripteurs biométriques et démographiques.....</b>	6
▪ <b>Descripteur structuraux .....</b>	6
▪ <b>Descripteurs systématiques .....</b>	7
<b>1.1.3. Echelle d'observation.....</b>	7
<b>1.2. Types d'échantillonnages.....</b>	7
<b>1.2.1. L'échantillonnage subjectif .....</b>	7
<b>1.2.2. Echantillonnage Probabiliste .....</b>	8
a/ <b>Méthodes d'échantillonnage aléatoire simple.....</b>	8
b/ <b>Méthodes d'échantillonnage systématique .....</b>	8
c/ <b>Méthodes d'échantillonnage stratifié .....</b>	9
d/ <b>Méthodes d'échantillonnage exhaustif.....</b>	9
e/ <b>Méthodes d'échantillonnage mixte .....</b>	9
<b>2. Méthode d'échantillonnage et de classification de la végétation .....</b>	10
<b>2.1. Méthode physionomiques.....</b>	10
* <b>La Structure verticale.....</b>	10
* <b>La structure horizontale .....</b>	12
<b>2.2. Méthode dynamiques.....</b>	12
<b>2.3. Méthodes phytosociologies .....</b>	12
<b>3. Méthodes d'échantillonnage de la faune .....</b>	17
<b>3.1. Les mammifères .....</b>	17
<b>3.1.1. Types d'échantillonnage .....</b>	17
a) <b>Échantillonnage par transects .....</b>	17
b) <b>Echantillonnage par Quadrat .....</b>	18
<b>3.1.2. Protocole d'échantillonnage .....</b>	19
<b>1. Méthodes directe .....</b>	19
<b>2. Méthodes indirectes .....</b>	20
<b>3.2. Les oiseaux .....</b>	22
<b>1.2. Matériels utilisés .....</b>	22
<b>3.3. Amphibiens et reptiles .....</b>	25
<b>3.4. Arthropodes (principalement insectes) .....</b>	32
<b>3.5. La faune aquatique (Poisson) .....</b>	47
<b>4. Collecte et analyses des données faunistiques et floristiques .....</b>	54
<b>4.1. Présentation des données .....</b>	54
<b>4.2. Préparation des données .....</b>	54
<b>4.3. Importation des données .....</b>	54

<b>4.4. Traitement des données .....</b>	<b>54</b>
<b>4.5. Traitements statistiques et méthodes multivariées par l'identification des groupements d'espèce .....</b>	<b>56</b>
<b>A. Historique.....</b>	<b>56</b>
<b>B. Méthodes .....</b>	<b>57</b>
<b>5. Sortie et interprétation des données .....</b>	<b>58</b>

## INTRODUCTION

D'après FINLAYSON (1991), le cadre de la conception d'une étude peut se résumer en Plusieurs phases importantes indiquant la démarche à respecter. Ces étapes induisent notamment une série de questions auxquelles le gestionnaire se trouve confronté et auxquelles il doit tenter de répondre. Chaque question est importante et devrait être résolue avant de démarrer toute étude (USHER, 1991 ; ROBERTS, 1991). Les plus immédiates sont :

1. « Quels sont mes objectifs ? » : Quel est le but de l'étude ? Quelles sont les données requises ?
2. « Que dois-je suivre ? » : Quelles espèces ? Quelle échelle ? Qu'est-ce qui peut être obtenu par la lecture d'études existantes ? Quelle est la taille de l'échantillon, etc...
3. « Comment vais-je procéder ? », « Quand ? », « Avec quelle fréquence ? » :  
Comment l'objectif peut-il être atteint ? Comment obtenir les données souhaitées ? Quelle méthode utiliser ? Combien de stations de prélèvement ? Comment choisir les aires d'échantillonnage ? Combien cela va coûter (temps, argent) ? Quelles sont les sources de biais ? Comment les résultats vont être enregistrés ? Cela implique de décider des techniques d'échantillonnage et de relevés sur le terrain.
4. « Est-ce que les méthodes sont suffisantes ? » Est-ce que l'on a besoin de mesurer d'autres variables ?
5. « Comment fonctionne l'analyse ? » Est-ce que la taille des échantillons est suffisante ? Sous quelle forme se présenteront les données qui seront collectées périodiquement ? Quelles méthodes statistiques sont facilitées par l'utilisation de l'ordinateur ?
6. « Que signifieront les données ? »
7. « Quand l'objectif visé sera-t-il atteint ? »

## **1. Echantillonnage :**

L'échantillonnage est fondamental et résulte de l'impossibilité de collecter des données sur tous les éléments d'une population ou d'une surface, souvent pour des raisons pratiques, techniques ou économiques.

L'échantillonnage permet alors d'étudier le tout par le biais des statistiques. Il est pourtant d'après Scherrer (1984), l'un des aspects les plus négligés de la bio statistique, c'est ce qu'on peut constater aussi dans les espaces naturels. La partie de la population que l'on va examiner s'appelle l'échantillon. Définir les modalités de l'échantillonnage consiste à définir la localisation, le nombre et la taille des échantillons de la population statistique.

### **2.1. Principes généraux :**

#### **▪ Descripteurs :**

Les variables pouvant intervenir dans une description de structure ou de fonctionnement d'un objet étudié sont très nombreuses. Ils peuvent être classés en différentes catégories.

#### **1.1.1. Classification des descripteurs**

##### **a/ Descripteurs qualitatifs :**

Descripteurs qualitatifs sont des catégories définies sans assignation d'une mesure ni même d'un caractère permettant de les ordonner les uns par rapport aux autres.

Exemples : Les différents taxons constituant un peuplement. Pour chaque taxon considéré, le descripteur est la présence ou absence

##### **b/ Descripteurs ordinaux ou semi-quantitatifs :**

Descripteurs ordinaux sont définis par l'existence d'une relation d'ordre (plus petite ou plus grande ; ou bien antérieure ou postérieure, etc.) sans toutefois qu'il soit possible de mesurer une distance entre deux états distincts.

Exemples : Les stades de développement d'une espèce.

Pour un organisme à croissance continue, un ensemble de classe d'âge ou de taille délimitées arbitrairement. Stades de succession d'un peuplement naturel le long d'un gradient spatio-temporel.

Remarque : Les descripteurs qualitatifs peuvent devenir semi quantitatifs, si on les classe selon leurs fréquences (classement de ces espèces par fréquences décroissantes).

### **c/ Descripteurs quantitatifs :**

Descripteurs quantitatifs sont définis comme des quantités véritables, pour lesquelles on peut déterminer des rapports et des différences.

Cette définition concerne un très grand nombre de descripteurs utilisés en écologie et qui mesure des abondances, des taux, pourcentage, volume, biomasse, etc.

### **d/ Descripteurs complexes ou synthétiques :**

Les descripteurs cités ci-dessus sont des descripteurs simples, c'est à dire, caractérisés, pour chaque observation, par un seul nombre ou par la spécification d'une modalité.

Descripteurs complexes permet de rendre compte de plusieurs observations simples dans le même plan d'échantillonnage.

Exemple : Soit un ensemble d'espèces (chacune caractérisée par son abondance relative en une station). On calcule un indice de diversité (descripteur quantitatif), et on établit la loi de décroissance des abondances des espèces rangées de la plus abondante à la plus rare (descripteur semi-quantitatif).

### **1.1.2. Choix des descripteurs**

Les descripteurs utilisés en écologie sont extrêmement divers. Le choix des descripteurs dépend du type du modèle descriptif ou explicatif attendu en fin d'analyse, c'est à dire, du pré-modèle.

Quelques exemples de descripteurs sont cités ci-dessous.

#### **▪ Descripteur d'occupation de l'espace-temps :**

Ils peuvent être qualitatifs, présence ou absence d'un taxon et indication du type d'occupation du milieu (espèce endogée vie dans le sol ou épiphyte, planctonique, etc.) ; Semi-quantitatifs (échelle d'abondance/dominance) ou quantitatifs (biomasses, effectifs d'organismes par unité de volume ou de surface du biotope).

#### **▪ Descripteurs biométriques et démographiques :**

Ils sont nécessaires à l'application des modèles dynamiques de populations.

Exemple : démographie des populations.

#### **▪ Descripteur structuraux :**

Outre la structure spatio-temporelle et les structures démographiques, on a des structures liées à la répartition de la biomasse en espèces distinctes (distribution des individus par espèces, diversité spécifique), des structures trophiques, etc.

Ces descripteurs peuvent être quantitatif, semi quantitatif ou qualitatif.

La structure trophique est décrite par les biomasses relatives des producteurs, des consommateurs et des décomposeurs. La structure spatio-temporelle : Stratification de la végétation, succession de végétation où chaque stade prépare l'installation du suivant.

#### ▪ **Descripteurs systématiques :**

Les plus fréquents de ces descripteurs sont ceux qui rendent compte de la dynamique d'une biomasse, d'une espèce ou d'un élément chimique (allongement des rameaux). On retrouve les descripteurs biométriques et démographiques, s'il s'agit d'un modèle de dynamique d'une population.

#### **1.1.3. Echelle d'observation**

Les écosystèmes sont structurés dans l'espace et dans le temps. La définition de l'échelle, c'est d'envisager soit une souche d'arbre, soit une forêt, soit une région et étudier leurs variations sur une journée, une année ou plusieurs années.

D'un point de vue pratique, la définition d'une échelle d'observation comporte deux éléments distincts : l'amplitude du domaine échantillonné et la densité des observations sur ce domaine. Cela revient, en fait, à définir pour chaque plan d'échantillonnage deux échelles : l'une définissant la taille de l'objet analysé, l'autre l'échelle de variations observées à l'intérieur de l'objet.

▪ **Exemple :** On étudie un cycle annuel au moyen d'échantillonnages mensuels, hebdomadaire ou journalier, ou bien le sol d'une savane par des prélèvements tous les un kilomètre, tous les 10 mètres, etc.

### **1.2. Types d'échantillonnages**

#### **1.2.1. L'échantillonnage subjectif**

C'est la forme la plus simple et la plus intuitive d'échantillonnage. L'observateur juge les emplacements représentatifs des conditions du milieu et choisit comme échantillons les zones qui lui paraissent particulièrement homogènes et représentatives d'après son expérience.

Le principe de base est de prospecter la zone d'étude, et d'y recenser les principales unités végétales. A l'intérieur de chaque unité ainsi définie, il sera effectué un relevé choisi sur des critères d'homogénéité et de représentativité.

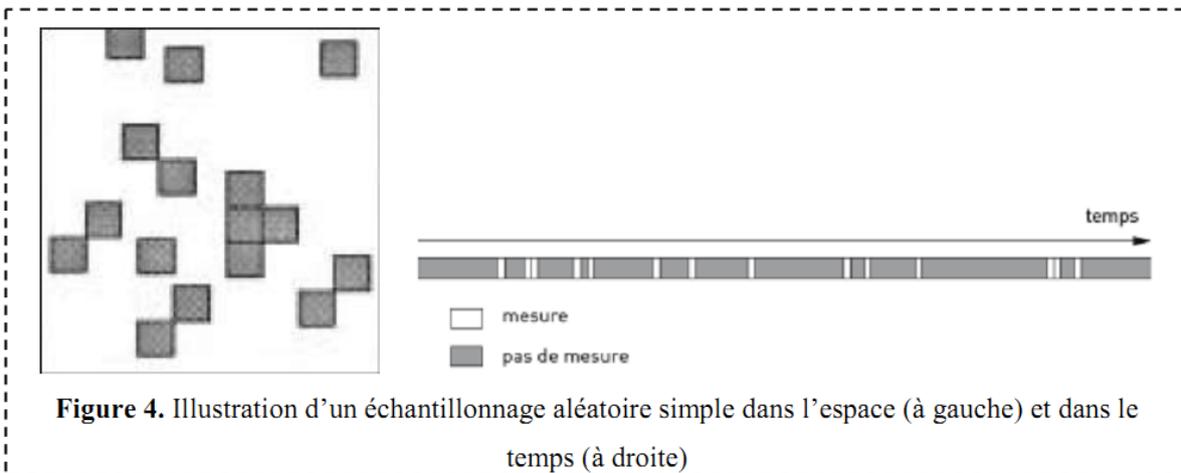
Un choix subjectif, n'est pas aléatoire car les relevés seront d'autant mieux établis que le chercheur dispose d'une expérience éprouvée.

## 1.2.2. Echantillonnage Probabiliste

### a/ Méthodes d'échantillonnage aléatoire simple

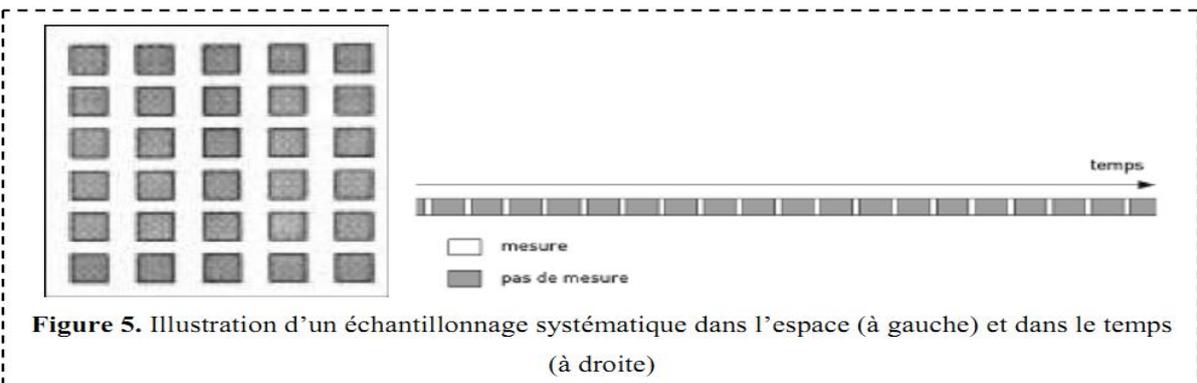
L'échantillonnage aléatoire simple est une méthode qui consiste à prélever au hasard et de façon indépendante  $n$  unités d'échantillonnage d'une population de  $N$  éléments. Ainsi, chaque élément de la population possède la même probabilité de faire partie d'un échantillon de  $n$  unités et chacun des échantillons possibles de tailles  $n$ , possède la même probabilité d'être constitué.

Remarque : Il y a différents types d'échantillonnage aléatoire, aléatoire simple, stratifié et par grappes.



### b/ Méthodes d'échantillonnage systématique

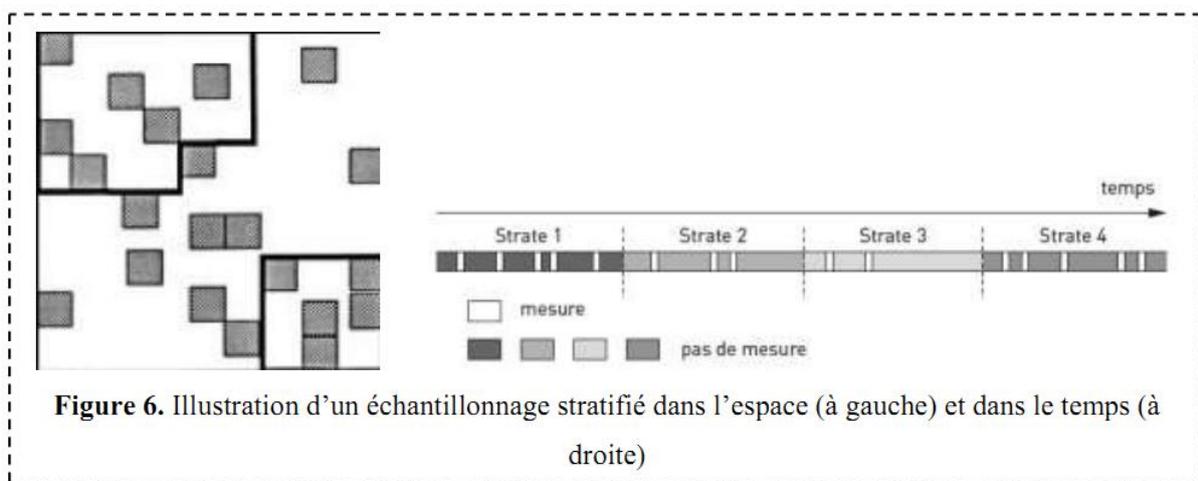
Un échantillonnage est systématique si les individus sont sélectionnés à intervalles réguliers (exemple une mesure journalière tous les six jours). Il consiste aussi à répartir les échantillons de manière régulière (p.ex. Tous les «  $x$  » mètres). Il est moins demandeur en temps qu'un échantillonnage aléatoire. On utilise habituellement un quadrillage (souvent positionné sur la photographie aérienne du territoire étudié). Les points d'échantillonnage sont ainsi faciles à localiser à chaque relevé.



### c/ Méthodes d'échantillonnage stratifié

Il est particulièrement utilisé quand l'aire étudiée est divisée en zones différenciées (strates). Les strates peuvent correspondre à des divisions administratives, des zones à topographie différente,...etc.

**Il consiste à subdiviser une population hétérogène en sous-populations ou strates plus homogènes.** La stratification s'impose lorsque les résultats sont recherchés au niveau de chacune des sous-populations. On répartit alors les échantillons au sein des strates (en procédant éventuellement par un échantillonnage au hasard par exemple) avec un nombre proportionnel à l'aire de chacune.



### d/ Méthodes d'échantillonnage exhaustif

L'analyse exhaustive pourrait s'apparenter à une adaptation de l'échantillonnage systématique. Au lieu d'échantillonner une petite partie des éléments dont le premier point aura été tiré au hasard et d'en inférer à l'ensemble, on échantillonne la totalité de l'ensemble.

**Le mode opératoire consiste à placer des placettes le long d'une ligne et d'y étudier les propriétés structurales de la végétation.** Mais il faut préciser que le but poursuivi n'est pas le même. Comme l'étude porte sur la structure, les lignes ne sont pas nécessairement très longues et les placettes suffisamment importantes pour qu'on puisse considérer qu'on approche quelque peu la population.

### e/ Méthodes d'échantillonnage mixte

C'est l'échantillonnage le plus utilisé sur le terrain.

**Le travail sur le terrain consiste donc souvent à réaliser une combinaison de plusieurs échantillonnages simples en un échantillonnage plus complexe appelé à juste titre échantillonnage mixte.**

Souvent les études commencent par un échantillonnage stratifié consistant en une délimitation de zones homogènes (stratification) de la zone d'étude.

Aboutissant par exemple à une carte de l'occupation des terres. Ensuite à l'intérieur des strates retenues, ils choisissent des relevés subjectivement (éch. Subjectif) ou au hasard (éch. Aléatoire).

Une fois les points choisis, ils peuvent y implanter une ligne (éch. Systématique) pour en extraire les fréquences spécifiques.

## **2. Méthode d'échantillonnage et de classification de la végétation**

Toutes les méthodes ont pour objectif de gagner du temps dans la connaissance du milieu. Elles visent à l'établissement de données standard pouvant être comparées et traitées. Les meilleures méthodes sont celles qui donnent des résultats tangibles dans les meilleurs délais, avec une optimisation du temps passé à relever et traiter les informations.

Les techniques d'échantillonnage de la végétation sont en réalité très nombreuses. Elles peuvent cependant être différenciées par une gamme variée de critères. Il s'agit notamment de l'étendue, des objectifs, de l'organisation spatio-temporelle

### **2.1. Méthode physiologiques**

Consiste à décrire la structure verticale (stratification) et horizontale (recouvrement) pour définir l'unité de végétation (steppe, forêt, sahara..etc.)

La végétation se distribue sur deux échelles horizontale et verticale

#### **\* La Structure verticale :**

Unités de végétation, appelées formations végétales sur la base de la prédominance d'un ou de plusieurs types biologiques L'association végétale est stratifiée, c'est-à-dire composée de végétaux de différentes tailles parmi les quels on peut reconnaître plusieurs niveaux ou strates : ainsi dans une forêt on peut distinguer :

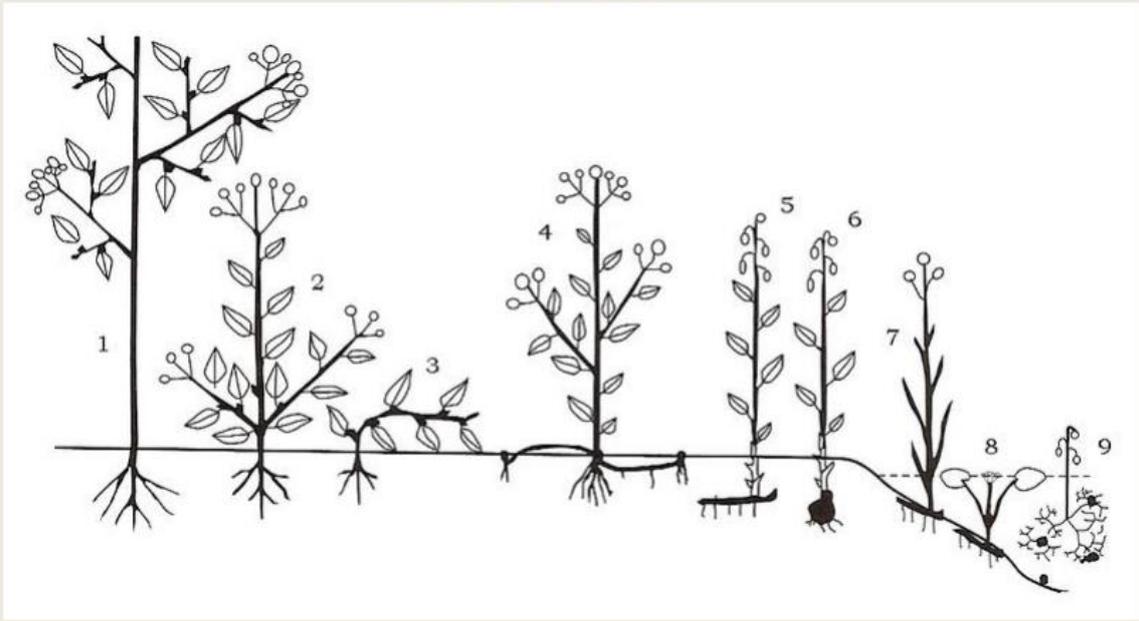
Strate I : Mousses, lichens, et champignons

Strate II : Plantes herbacées;

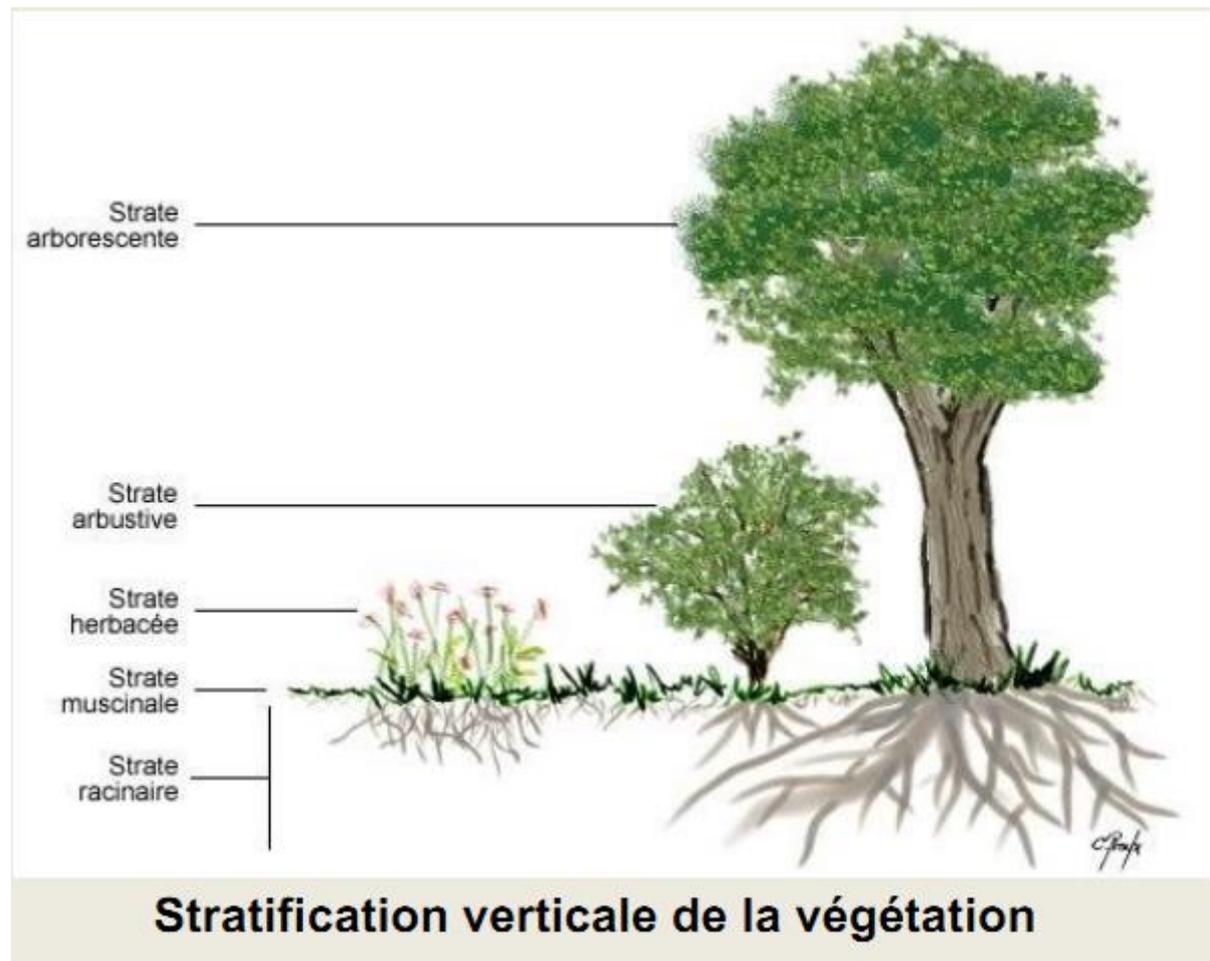
Strate III : Arbustives;

Strate IV : Arborescente.

## Structure verticale



Les types biologiques de la classification de Raunkier : 1- Phanérophyte, 2/3- Chaméphyte, 4-Hémicryptophyte, 5/6-Géophyte, 7-Hélophyte, 8/9-Hydrophyte.



### **\*La structure horizontale:**

Les végétaux ne sont pas distribués d'une manière identique ; certains sont beaucoup plus abondants et d'autres relativement rares. Des échelles chiffrées conventionnelles permettent de décrire cette distribution c'est l'échelle de d'abondance dominance de BRAUN-BLANQUET.

### **2.2. Méthode dynamiques**

La dynamique de la végétation : c'est l'étude des changements de la végétation avec le temps. Elle va de périodes très courtes (modifications saisonnières) à beaucoup plus longues (histoire de la végétation) : La périodicité concerne les changements liés aux cycles phénologiques (le plus souvent annuels) : floraison, repos hivernal... La fluctuation caractérise des changements à relativement court terme (quelques années), par exemple dans la productivité d'une espèce : certaines orchidées « à éclipses » peuvent passer plusieurs années sans fleurir.

L'analyse des fluctuations est importante car elles se superposent avec les phénomènes de succession qui font l'objet du suivi et peuvent brouiller leur interprétation. Il est parfois utile de comparer les résultats du suivi avec les données climatiques pour repérer les fluctuations liées aux conditions météorologiques... Les successions sont des changements directionnels de courte à longue durée.

C'est principalement les phénomènes de succession qui font l'objet de la plupart des suivis de végétation. L'histoire de la végétation, sur des périodes très longues, est souvent étudiée de manière rétrospective (analyse pollinique).

### **2.3. Méthodes phytosociologies**

La phytosociologie est la science des groupements végétaux (association, alliance, ordre, classe et leurs sous-unités). C'est à dire des syntaxons Cette science est ordonnée en un système hiérarchisé où l'association est l'unité élémentaire. Le système comprend des unités de rangs hiérarchiques progressivement plus élevées : les alliances, les ordres, les classes, les divisions. Le fondement méthodologique de la phytosociologie est le relevé de végétation.

#### **La méthodologie phytosociologique:**

##### **L'étape analytique : le relevé phytosociologique**

**L'étape synthétique :** comparaison analytique des relevés par la technique des tableaux Selon Braun Blanquet: L'association végétale est un groupement végétal plus ou moins stable et en équilibre avec le milieu ambiant, caractérisé par une composition floristique déterminée dans laquelle certains éléments exclusifs, ou

à peu près, (espèces caractéristiques), révèlent par leur présence une écologie particulière et autonome.

Selon Guinochet « une association végétale est une combinaison originale d'espèces dont certaines dites caractéristiques, lui sont particulièrement liées, les autres étant qualifiées de compagnes » Analyse de la végétation :

Représente la première démarche à réaliser c'est l'étude quantitative et qualitative de la composition floristique d'une communauté végétale.

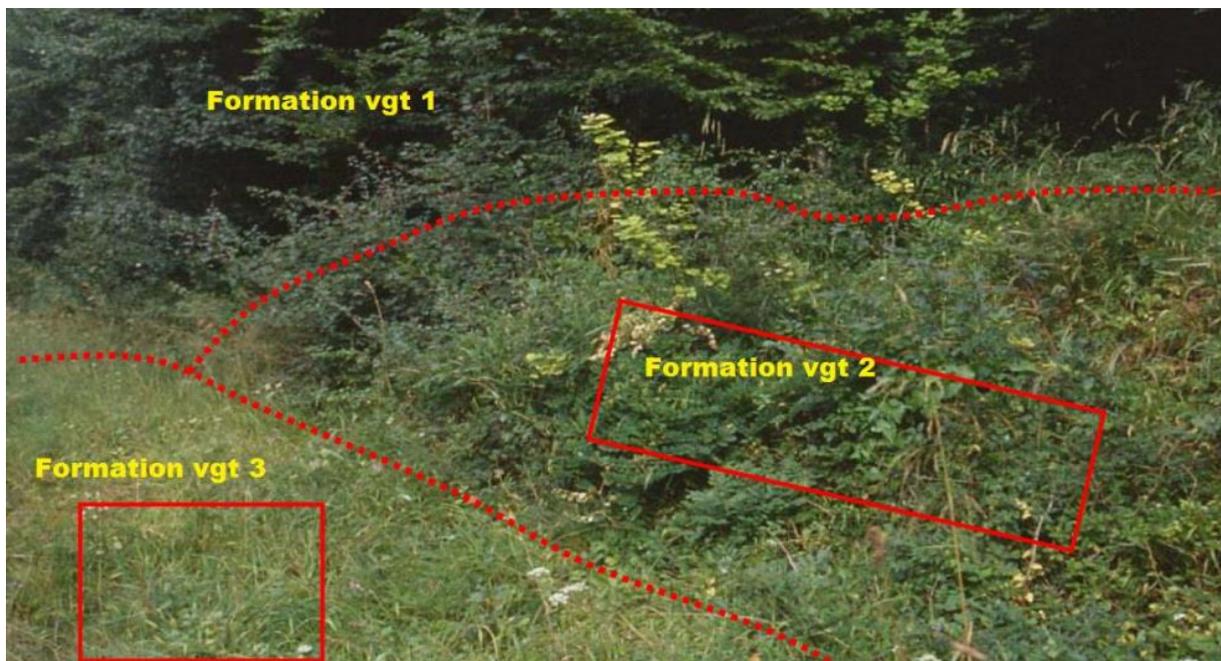
- La composition floristique : Comment procède-t-on ?

- Sur le terrain On fait l'inventaire floristique de la phytocénose qui se fait par la méthode des relevés - Réalisation d'un relevé Trois conditions sont exigées pour la réalisation d'un relevé

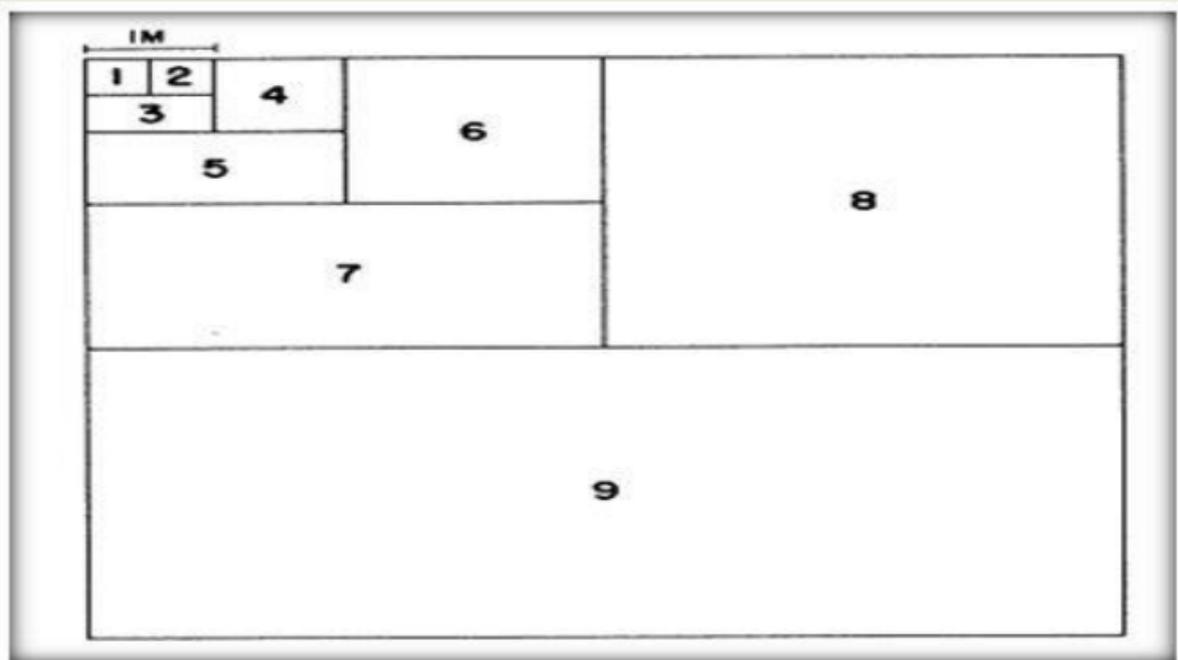
1- Dimensions adéquates, pour contenir un échantillon d'espèces représentatives de la communauté aire minimale.

2- Uniformité de l'habitat, le relevé ne débordera pas sur deux habitats différents

3- Homogénéité de la végétation : la végétation doit être homogène (se baser sur l'aspect physionomique).

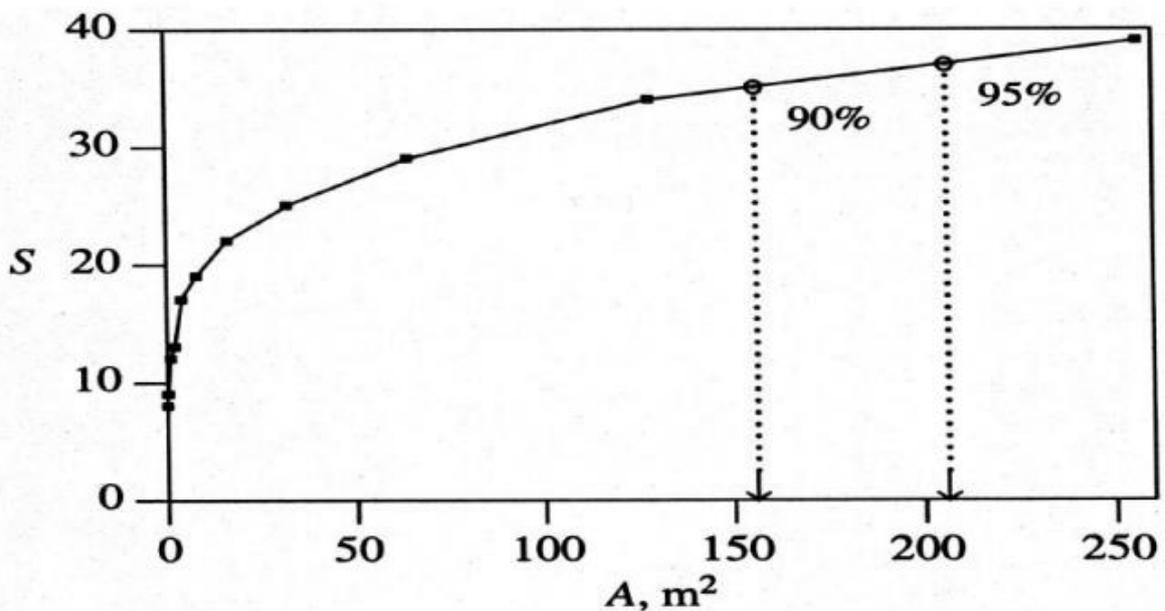


## L'aire minimal



C'est une surface suffisamment grande pour contenir la quasi-totalité des espèces présentes sur l'individu d'association (GUINOCHET, 1973).

L'aire minimale est définie à l'aide de la "courbe aire-espèce":



Courbe représentant l'accroissement du nombre d'espèces relevé dans un biotope en fonction de la surface

## L'abondance et la dominance

### 1- Abondance

exprime le nombre d'individus qui forment la population de l'espèce présente dans le relevé.

### 2- Dominance

Représente le recouvrement de l'ensemble des individus d'une espèce donnée

Échelle d'abondance-dominance

r : individus rares ou isolés

+ : individus peu abondants, à très faible recouvrement.

1 : individus assez abondants mais à faible recouvrement

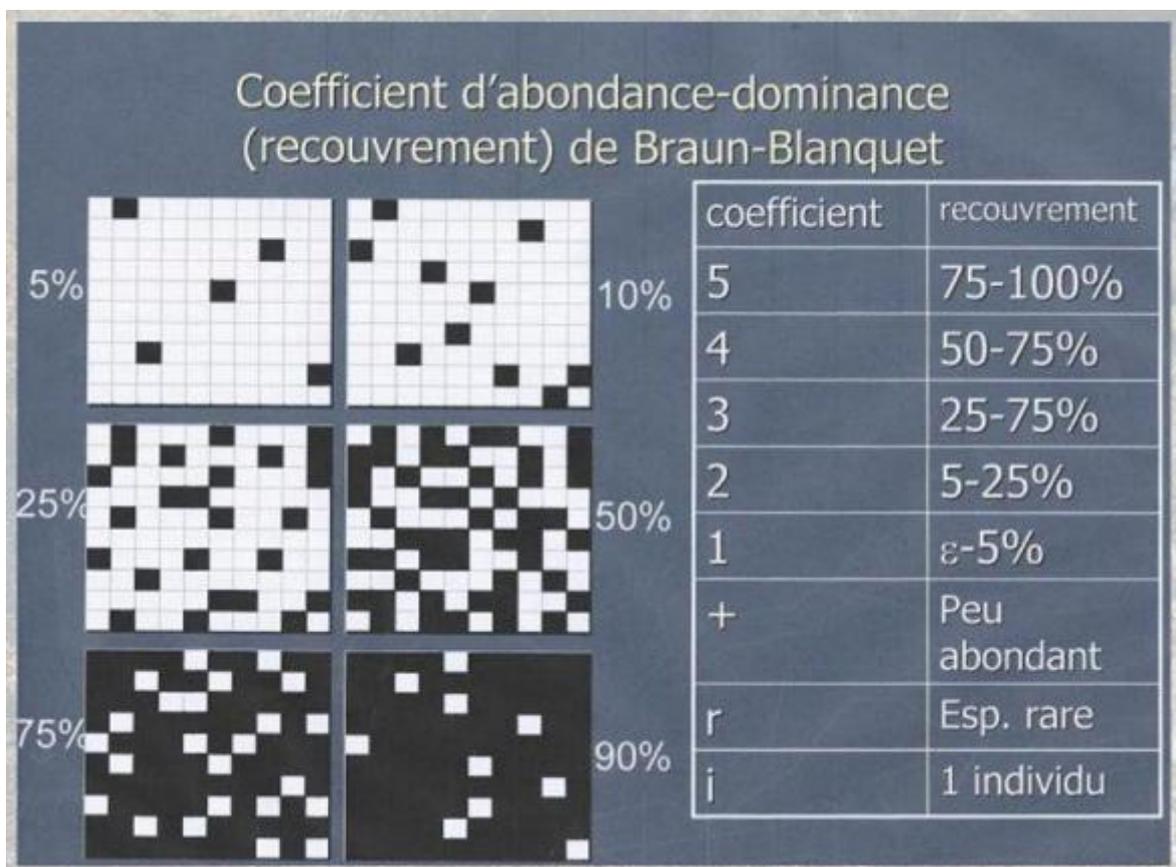
2 : individus très abondants ou recouvrant moins de 1/20 de la surface

3 : Individus en nombre quelconque recouvrant de 1/4 à 1/2 de la surface

4 : Individus en nombre quelconque recouvrant de 1/2 à 3/4 de la surface

5 : Individus en nombre quelconque recouvrant plus des 3/4 de la surface.

### Echelle d'abondance dominance



## **La sociabilité:**

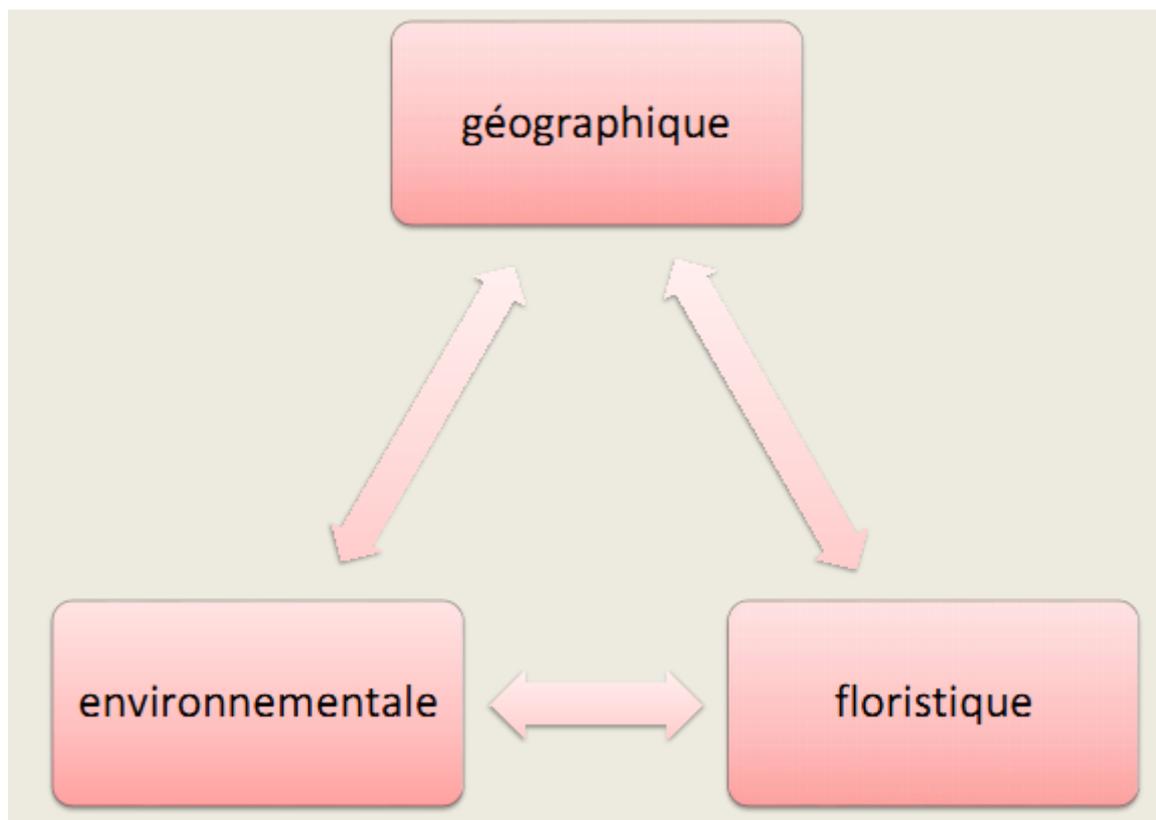
La sociabilité apprécie la façon dont sont disposés les uns par rapport aux autres les individus d'une même espèce à l'intérieur d'une population donnée.

### **Échelle de sociabilité :**

- 1 :** individus isolés
- 2 :** individus en touffe
- 3 :** individus en groupe
- 4 :** individus en colonie
- 5 :** individus en peuplement

### **Composition d'un relevé**

Les relevés comportent 03 catégorie d'information



### **1-Géographique :**

- Le numéro de la station ;
- Le numéro du relevé ;
- La date ;

- Les coordonnées géographiques
- Altitude ;
- Pente ;
- Exposition.

## **2- Environnementale :**

- Sol
- Ph
- Climat
- Lithologie
- Facteurs anthropiques

## **3- Liste floristique :**

- Liste des espèces végétales
- Stratification
- Recouvrement
- Abondance des

## **3. Méthodes d'échantillonnage de la faune**

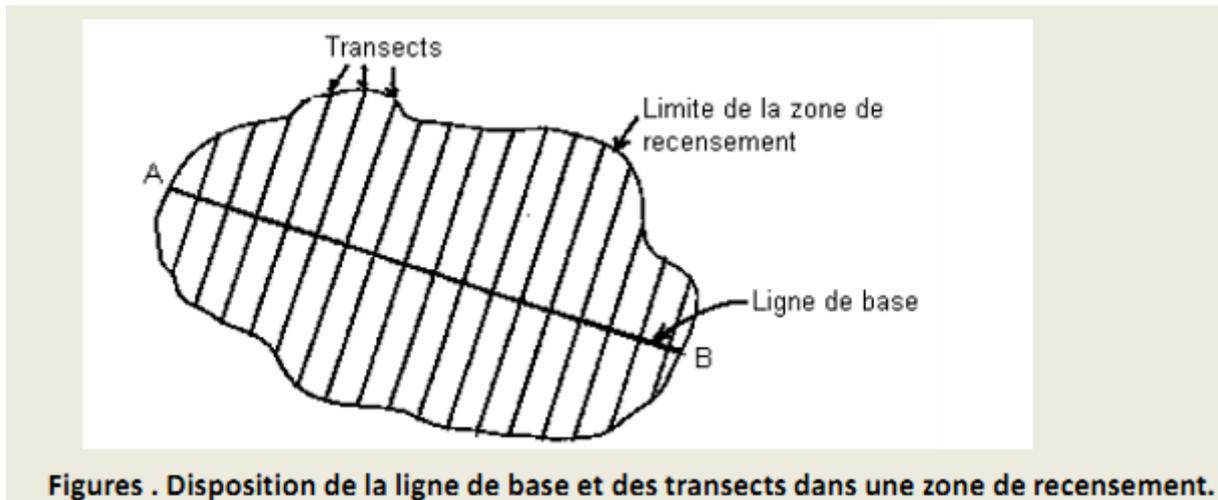
### **3.1. Les mammifères**

Les Mammifères forment une classe de vertébrés à sang chaud, à la peau couverte de poils (cependant, parmi les Mammifères, les femelles sont pourvues de glandes spéciales appelées mamelles, sécrétant le lait qui sert à la nourriture de ces petits. Ce dernier caractère, qui est absolument sans exception, est celui qui a donné son nom à la classe.

#### **3.1.1. Types d'échantillonnage :**

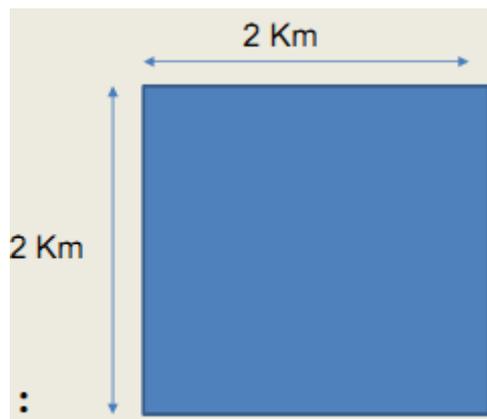
##### **a) Échantillonnage par transects :**

Le transect est une ligne droite le long de laquelle les animaux sont comptés. Pour établir les transects il est nécessaire de disposer d'une carte de zone de recensement. Sur cette carte on dessine une ligne de base joignant les deux extrémités les plus éloignées de la zone d'étude. Sur cette ligne de base sont établis, perpendiculairement à celle-ci, des transects à intervalle de 2, 3 ou 5km.



### b) Echantillonnage par Quadrat :

Moins utilisée que la première technique, elle consiste à juxtaposer sur la carte de la zone d'étude une grille à mailles carrées de 2 à 30 km de côté numérotées et de déterminer par une table de nombres aléatoires, les carrés ou quadrats qui feront l'objet d'un recensement.



### Taux d'échantillonnage :

Le taux d'échantillonnage (en %) permet de donner une indication de l'effort d'échantillonnage par rapport à la superficie totale. Il est donné par la formule suivante :

$$E = \sum_{i=1}^n S_i * \times 100 \div Z$$

**E** : Taux d'échantillonnage (en %)

**S<sub>i</sub>** : Superficie échantillonnée

**Z** : Superficie de la zone d'étude,

**n** : nombre de superficies échantillonnées.

### 3.1.2. Protocole d'échantillonnage

#### 1. Méthodes directe

Pour recenser les espèces de mammifères présentes dans un milieu, il est possible d'employer trois méthodes dites « directes » dont

- la capture,
- l'observation sur le terrain
- et l'analyse biochimique.

Les deux premières techniques sont applicables à un grand nombre d'espèces, l'une ou l'autre de ces pratiques étant utilisée selon la difficulté d'identification. Les analyses génétiques, quant à elles, s'emploient plus souvent dans le cadre d'études approfondies et propres à une espèce c'est pourquoi nous pouvons dire qu'elles ne semblent pas adaptées pour la réalisation d'un atlas (Marchesi &Blant, 2008).

#### 1.1. Capture

Pour les organismes de petites tailles et assez similaires morphologiquement, il convient généralement d'utiliser la capture qui permet de manipuler et décrire avec précision chaque individu.

Cela s'applique donc particulièrement aux rongeurs, insectivores ou encore aux chiroptères. Pour les micromammifères.



#### 1.2. Les observations sur le terrain ou « contacts »

Pour découvrir les gîtes ou colonies de reproduction des chauves-souris, nous avons prospecté durant la journée des lieux susceptibles d'accueillir les chauves-

souris (GCP, 2010). Les espaces les plus propices sont les milieux sombres, humides et peu fréquentés par l'Homme comme les combles d'églises, les cabanons abandonnés, les grottes, les mines ou les fissures des ponts.



Figure 1 : Bâtisse (à gauche) abritant une colonie de Petit rhinolophe (à droite par les flèches)

## 2. Méthodes indirectes

Les indices de présence indirects peuvent être les empreintes, les ossements contenus dans les pelotes de réjection, les cadavres d'animaux morts mais encore d'anciens témoignages écrits ou inventaires.

Ces techniques d'études ne donnent pas de précisions sur l'abondance des espèces mais permettent d'en déduire la présence ou la « non détection » des espèces dans le milieu.

### 2.1. Analyse d'ossements et cadavres

L'analyse des pelotes de réjection des rapaces permet à la fois de connaître le régime alimentaire des rapaces, leur aire de chasse mais aussi d'étudier la répartition de petites espèces de mammifères (Lasnier, 1995).

D'après Saint-Giron (1973), comme les rapaces consomment de nombreux micromammifères, de petite et moyenne taille, leur alimentation reflète la densité des organismes présents dans l'environnement à une époque donnée (Saint-Giron, 1973 ; Chaline et al, 1974).

L'étude des pelotes de réjection est une méthode facilement accessible pour peu que l'on dispose d'une bonne clef de détermination (Walravens, 1981) et d'une loupe (binoculaire de préférence) pour faciliter l'observation. Cette méthode rencontre un certain succès auprès des naturalistes car elle s'effectue sur des restes osseux, il s'agit donc d'une technique « douce ».

Il n'est pas nécessaire d'infliger de stress par piégeage ou de tuer les individus pour les identifier.



Figure 2 : Photographie de pelotes de réjection sèches collectées

Une seconde technique de recensement consiste à collecter des données par le biais de cadavres ou d'effectuer des relevés le long des axes routiers.

Comme le Renard roux (*Vulpes vulpes*) ou encore avec des organismes anthropophiles qui sont souvent au contact des activités humaines, Un inconvénient avec ce type de protocole est que la découverte de cadavres, accessibles et identifiables, n'est pas toujours possible.

Pour obtenir d'avantage données à partir des collisions routières, nous avons pris contact avec les services des réseaux autoroutiers cependant,

### **2.1.2. Indices de présence**

\*Pour certaines espèces, il est possible de se baser sur l'étude d'indices indirects comme les fèces, les traces et empreintes, ou encore les habitats caractéristiques.

Cependant, bien que ces méthodes indirectes soient très utiles, il convient tout de même de les utiliser avec précaution car le pouvoir discriminant des indices recueillis s'estompe avec le temps et le changement de conditions environnementale (Marchesi et al, 2008).

S'il est possible d'identifier des empreintes avec certitude, comme le Castor d'Europe (*Castor fiber*), il peut subsister des doutes pour certaines espèces, comme par exemple le Cerf élaphe (*Cervus elaphus*) et le Cerf sika (*Cervus sika nippon*).

Les conditions dans lesquelles sont trouvées ces traces sont importantes, puisque des traces peu visibles dans des substrats durs ne sont parfois pas identifiables.

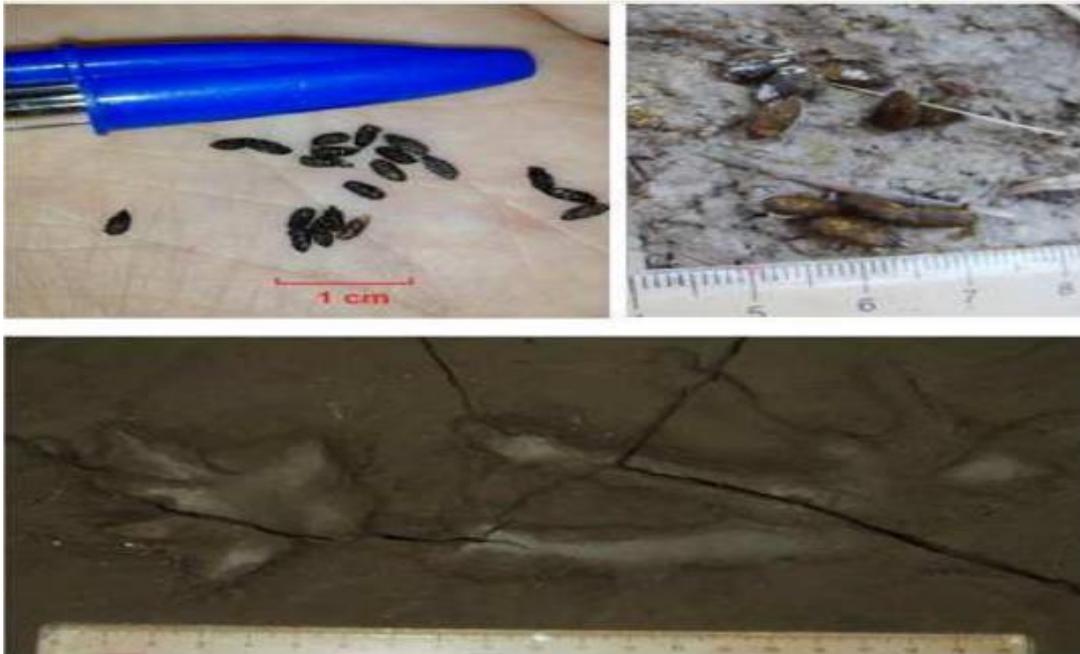


Figure 3 : Photographies d’empreinte de Castor d’Europe (*Castor fiber*) (en bas), guano du genre *Plecotus* (Oreillard) (en haut à gauche) et crottes de campagnol amphibie (en haut à droite)

### **3.2. Les oiseaux**

Les oiseaux forment une classe d'animaux homéothermes, comprenant plus de 10.000 espèces. Ce sont les seuls représentants du superordre des dinosaures encore existants aujourd'hui.

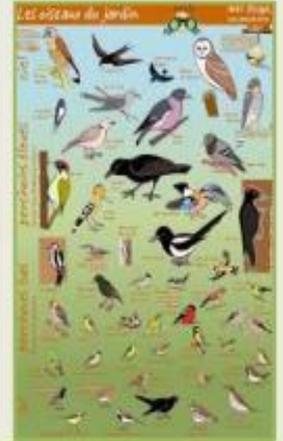
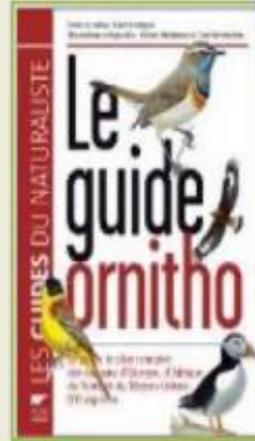
Ce groupe se caractérise notamment par la présence d'un bec, de plumes et d'ailes permettant le vol chez de nombreuses espèces, ainsi que la ponte et la couvaison des œufs.

Ils ont colonisé tous les milieux et comptent parmi eux les plus grands voyageurs, traversant la planète chaque année et parcourant plus de 65.000 km au cours de leurs migrations.

### **1.2. Matériels utilisés**



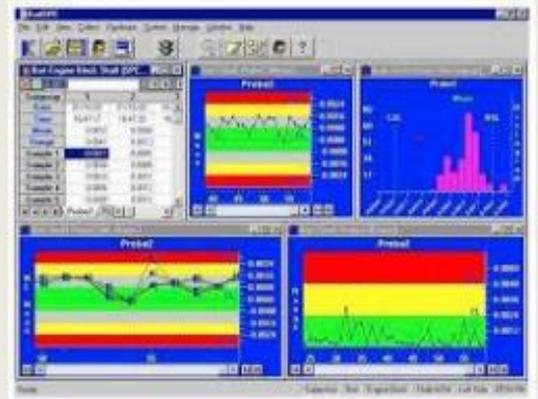
Un télescope KONUSPOT (20 × 60)



Guide d'identification des oiseaux.



Un appareil photo numérique



Des logiciels de statistique.

## Protocole d'échantillonnage

- Le dénombrement des oiseaux d'eau

De même que le démographe procède à des recensements pour connaître la taille de la population humaine, le biologiste doit parvenir à une estimation quantitative des populations qu'il étudie.

### ▪ Les objectifs de dénombrement des oiseaux d'eau

On fait le dénombrement pour plusieurs raisons et pour obtenir des renseignements la dynamique des oiseaux d'eau sur différents niveaux:

#### ▪ Au niveau national

On fait le dénombrement des oiseaux d'eau pour connaître l'importance et le rôle des zones humides, leur préconiser les moyens à mettre en place pour des actions de conservation de ces écosystèmes .notamment, veiller à l'application de la législation de la protection des zones humides (Espèces menacées, espèces chassables, période de chasse etc.) et renforcer nos connaissances

sur la biologie de ces espèces (migrations, déplacements etc.)

#### ▪ **Au niveau local (site d'étude)**

Pour estimer les effectifs des différentes espèces d'oiseaux d'eau qui occupent le site, leurs fluctuations et les capacités d'accueil du site afin de comparer les résultats du dénombrement avec différents sites de la région on peut atteindre d'autres objectifs tels que les fluctuations de l'abondance de l'avifaune et de leur composition spécifique ceci nous aidera à connaître les raisons de ces changements et évaluer l'impact de certaines activités (chasse, pêche, pâturage etc.).

#### ▪ **Méthodes et techniques de dénombrement**

Des méthodes basées sur des procédés photographiques par estimation visuelle de la taille des bandes des oiseaux au sol, en avion ou en bateau ont été décrites (Schricke, 1982). Mais pour une meilleure évaluation numérique des groupes d'oiseaux d'eau une combinaison de ces procédés est souhaitée (Tamisier et Dehorter, 1999).

#### ▪ **Au niveau international**

Le but majeur de ces recensements est de contribuer le plus possible à la connaissance et à la conservation des espèces et de leurs habitats. Il s'agit donc d'un système de surveillance à long terme centré sur l'hivernage de ces oiseaux.

L'information rassemblée permet d'estimer les populations à des échelles régionales de suivre l'évolution des effectifs et de la distribution ainsi que d'identifier les sites d'importances écologiques.

**\*Un comptage individuel** : si le groupe d'oiseau d'eau est situé à une distance inférieure à 200 m et compte un effectif moins de 200 individus.

**\*Une estimation visuelle** : si la population avienne est assez importante (plus de 200 individus) ou se trouve à une distance très éloignée (Plus de 200 mètres), dans cette technique nous divisons le champ visuel en plusieurs bandes, nous comptons le nombre d'oiseaux dans une bande moyenne et nous reportons autant de fois que de bandes (Blondel, 1969 ; Lamotte et Bourilière, 1969).

Cette méthode est la plus utilisée pour recenser les effectifs des oiseaux d'eau dans la quelle on trouve une marge d'erreurs comprise entre 5 à 10%. Elle dépend essentiellement de l'expérience de l'observateur et de la qualité du matériel utilisé (Blondel, 1969).

#### ▪ **L'analyse statistique**

Une analyse factorielle des correspondances (AFC) par l'utilisation de logiciel ADE-4. L'évolution temporelle de l'avifaune aquatique au cours de la période d'étude nous a permis de déterminer leurs modalités d'occupation spatiale.

#### ▪ **Méthode FOCUS:**

L'échantillonnage focalisé implique l'observation d'un individu pendant une période prédéterminée, où nous enregistrons continuellement les activités manifestées. Les résultats obtenus sont par la suite proportionnés afin de déterminer le pourcentage de temps de chaque comportement (Altmann, 1974).

Cette observation continue permet d'enregistrer certains comportements qui ne sont pas toujours fréquents, Cette méthode est de ce fait appropriée à l'étude du comportement de petits groupes d'oiseaux et dans des surfaces réduites.

#### ▪ **Méthode SCAN**

C'est une méthode très adaptée dans les terrains vastes, dégagés et peu dérangés (Altmann, 1974 corrigé et amélioré par Baldassare et al, 1988; Losito et al, 1989) où le nombre des individus des espèces est important.

Les scans ont été effectués toutes les heures pendant toute la journée.

Les observations continues permettant d'enregistrer les comportements des individus chaque demi-heure.

### **3.3. Amphibiens et reptiles**

Le terme amphibien (amphi : double, bios : vie) indique que ces animaux vivent à la fois dans le milieu aquatique (vie larvaire) et dans le milieu terrestre (vie adulte). Il est vrai que le plus généralement, les amphibiens passent d'une vie larvaire aquatique à une vie adulte terrestre suite à une métamorphose.



#### **Protocole d'échantillonnage**



Bottes-culottes ou cuissarde



Pots de plastique pour les échantillons



Seau grillagé



Agent de conservation (alcool éthylique à 95 %)



bouteilles d'échantillonnage



Dériveur de topofil ou ruban à mesurer



glacière et glace



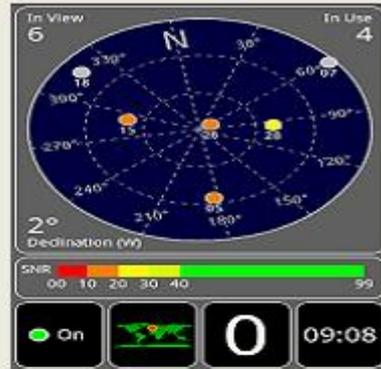
Pincettes



Analyseur multi paramètres de terrain



Étiquettes en papier résistant à l'eau



GPS et piles de rechange



Gants longs et souples



Flacons laveurs



lampe de forte puissance



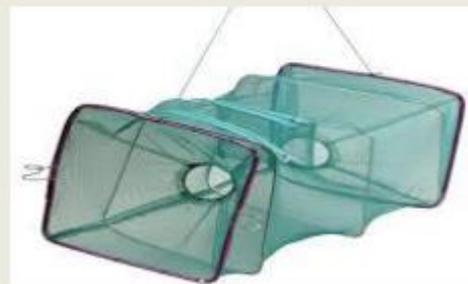
épuisette d'aquariophilie



Appareil photo



épuisette à maille fine



nasse à vairons

## Détection et pêche des adultes :

- Détection des migrateurs :

La migration de reproduction des sites terrestres aux sites aquatiques est un moment privilégié pour détecter les Amphibiens.

On parcourt à petite vitesse un trajet de routes et chemins proches de sites aquatiques. Des voies migratoires importantes sont souvent révélées par de nombreux animaux. Une standardisation de la méthode (par l'utilisation d'itinéraires standards) permet de mesurer des tendances d'évolution des peuplements d'une année à une autre.

▪ **Détection des Anoures chanteurs :**

Le chant des grenouilles, rainettes et crapauds est spécifique et il permet d'identifier les différentes espèces. On choisit des points d'écoute permettant de couvrir des zones potentielles de présence d'espèces. Les chants peuvent être diurnes et nocturnes.

Une quantification des peuplements est là encore possible (utilisation de points d'écoute clairement localisés et durée d'écoute standard), en terme comparatif d'une année à une autre. On veillera cependant à contrôler les conditions climatiques des journées ou nuits d'écoute car l'activité de chants des amphibiens est fortement influencée par la température et le vent.

▪ **Détection visuelle des Amphibiens à l'eau :**

L'utilisation d'une lampe de forte puissance permet de détecter de nuit des Amphibiens présents dans et autour des sites de reproduction.

▪ **Utilisation de caches artificielles :**

La propension des amphibiens à utiliser des abris peut être mise à profit en plaçant des plaques (bois, tôles, carrés de moquette) à proximité des sites de ponte. Ce type de dispositif n'est cependant pas utilisable dans de nombreux milieux (par exemple des zones protégées ou trop fréquentées) et nécessite son enlèvement après la période de l'inventaire.

▪ **Pêche des adultes dans les sites aquatiques :**

La pêche à l'épuisette permet de capturer les Tritons et Grenouilles vertes, dans les milieux accessibles et relativement peu profonds (fossés, mares, étangs, bordures de rivières et lacs). Il peut être intéressant de noter l'effort de pêche (par exemple la durée, ou le nombre de coup d'épuisette) pour avoir une estimation des abondances des peuplements.

▪ **Utilisation de filets et trappes :**

La plupart des espèces d'Amphibiens qui migrent vers ou hors de leur lieu de reproduction peut être interceptée par des systèmes de filets et trappes. Ces dispositifs sont souvent assez lourds à installer (et surveiller) car ils nécessitent une présence journalière pour le ramassage des animaux capturés (dispositif utilisé pour le sauvetage - écrasements massifs sur une route - ou pour l'étude d'une population particulière).

Dans le cas des techniques d'inventaire on peut installer des systèmes de filets/trappes dans le paysage, sans pour cela entourer un site de reproduction ou couper des routes de migration.

Détection et pêche des larves et têtards dans les sites aquatiques :

▪ **Détection des œufs et des pontes :**

La recherche des œufs et des pontes dans les milieux aquatiques est une méthode souvent fructueuse pour révéler la présence de différentes espèces. Les caractéristiques de l'oviposition (site et technique de ponte) des différentes espèces doit être mise à profit pour trouver pour leurs œufs.

Les Tritons pondent ainsi leurs œufs dans les plantes aquatiques (ou autres supports). Les Grenouilles brunes pondent dans des profondeurs faibles que l'on trouve le plus souvent près des berges. Les Rainette, Sonneur et Pélodytes accrochent leur ponte à des supports.

▪ **Pêche des larves et têtards :**

Les larves et têtards peuvent être capturés à l'aide d'une épuisette à maille fine permettant à la fois un déplacement suffisamment rapide dans l'eau et un vide de maille assez fin pour retenir les plus petites espèces. La technique consiste à réaliser des mouvements d'épuisette par « aller et retour » d'environ 1 m dans et à proximité des différents habitats (par exemple dans les plantes aquatiques de différentes espèces, le long des berges, etc.) rencontrés dans le milieu échantillonné.

Le contenu de l'épuisette est retourné dans une bassine à fond clair. Les larves et têtards sont capturés à l'aide d'une épuisette d'aquariophilie, et stockés pour détermination dans une autre bassine. Ils seront relâchés quand la pêche sera terminée.

Comme pour les adultes, l'estimation de l'effort de pêche (durée, coûts d'épuisette, linéaire de berges échantillonnées, etc.) est utile. Il est également possible de capturer des larves d'amphibiens (Tritons) avec des nasses de type nasse à vairons. Il s'agit là aussi de techniques plutôt de suivi de populations que d'inventaire.

## □ Définition

Les animaux communément appelés reptiles sont regroupés parmi les sauropsides. Cependant, Ce groupe se subdivise en deux grands superordres :

les chéloniens, regroupant les tortues (ou Testudines) ; les diapsides, comportant tous les autres reptiles.

Néanmoins, les diapsides se composent également de deux ordres bien distincts :

les lépidosauriens, avec les squamates (lézards, serpents) et les sphénodontiens (sphénodons) ; les archosauriens, dont les crocodiliens et les dinosaures



**L'Orvet Fragile**



**Le Lézard vert**



**La Coronelle lisse**



**La Vipère péliade**



**Le Lézard vivipare**



**Le Lézard des murailles**

## **Reptile 1 : inventaires simples**

**Objectif : Inventorier les espèces sur un site.**

En multipliant le nombre de suivis à l'échelle nationale

(Présence /absence), il sera possible de mieux connaître la répartition des espèces mais aussi d'identifier les habitats et les milieux importants pour la conservation des reptiles.

## **Reptile 2 : suivis temporels**

**Objectif: Inventorier les espèces sur un site et suivre leur évolution dans le temps.**

En multipliant le nombre de suivis temporels (présence/absence), il sera possible d'établir des tendances nationales.

**Reptile 3 : habitats & gestion**

**Objectif :** Répondre à des questions identifiées par un questionnaire.

Ce protocole est plus conséquent (nombre de transects >10) et sa conception nécessite une réflexion au "cas par cas". Il permet de comparer l'occurrence, la probabilité de détection ou l'abondance relative à une échelle locale.

**☐ Méthode d'observation**

▪ **Combinée à vue & plaque:**

Elle permet de détecter à la fois les espèces plus héliophiles et les espèces discrètes. Cette méthode est donc adaptée pour évaluer la richesse spécifique.

Les prospections visuelles attentives seront réalisées sur 2m de chaque côté du transect (un seul côté pour les milieux bordiers) et à une vitesse constante (20 mètres/minute environ) sur le trajet « aller ». Les plaques sont soulevées sur le trajet « retour ».

▪ **Plaques seules :**

La méthode de relevés de plaques permet de détecter un certain nombre d'espèces (notamment discrètes). Cette approche est adaptée pour les personnes n'ayant pas l'habitude de l'observation des reptiles à vue.

Les observations sont collectées seulement à vue. Les prospections visuelles attentives seront réalisées en maintenant une vitesse constante (20 mètres/minute) sur le trajet « aller ». Cette méthode est proposée dans le cas où la pose de plaques sur un site n'est pas possible/souhaitée.

▪ **À vue uniquement :**

☐ Chaque plaque est geo-référencée (point GPS). Nous recommandons d'annoter les plaques pour informer du suivi en cours.

☐ Il est recommandé de soulever la plaque avec une main gantée ou à l'aide d'un crochet dans le cas de présence d'espèces venimeuses. Il est conseillé de redéposer la plaque très délicatement si des animaux sont dessous ou, mieux, de les faire fuir afin d'éviter de les écraser.

□ Dans le cadre d'inventaires (durée limitée), il est important de retirer les plaques une fois le suivi terminé.

### 3.4. Arthropodes (principalement insectes)

#### Les coléoptères



#### Les diptères



#### Les lépidoptères



#### Les dermaptères



#### Les Névroptères



#### Les odonates



## Les Homoptères



## Les hétéroptères



## Les éphéméroptères

## Les Trichoptères



## Les orthoptères



## Les hyménoptères



## Les plécoptères



La récolte d'insectes est indispensable en entomologie : La plupart des espèces ne peuvent pas être identifiées « à l'œil » sur le terrain.

La plupart des études demandent des résultats chiffrés (nombre d'individus d'une espèce, nombre d'espèces présentes, etc.).

DONC, nécessité de récolter et conserver Que peut-on attendre d'une étude entomologique ?

L'étude entomologique est une démarche d'investigation In Situ qui a pour but de révéler la présence d'une ou plusieurs espèces d'insecte ainsi qu'éventuellement l'importance des populations.

\* **L'entomologiste** ou une tierce collecte sur le terrain des insectes à des fins d'identification.

## Méthodes relatives

**Filet**

**Piège lumineux**

**Piège fosse et variantes**

**Battage**

**Piège d'interception en vol (Malaise et impact)**

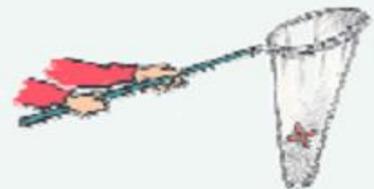
**Piège à phéromone**

**Piège Lindgren**

## Filet

**Permet les captures « à vue »**

- N'indique que si une espèce donnée est présente ou non à un endroit donné.
- Ne donne pas tellement de renseignements sur l'abondance ou sur la diversité (pas de résultats chiffrés).
- Les captures ne sont pas tellement représentatives de la diversité réelle.



Méthode pour  
emprisonner un  
insecte capturé



## Filet faucheur



Technique consistant à avancer sur une certaine distance en fauchant l'herbe avec le filet.

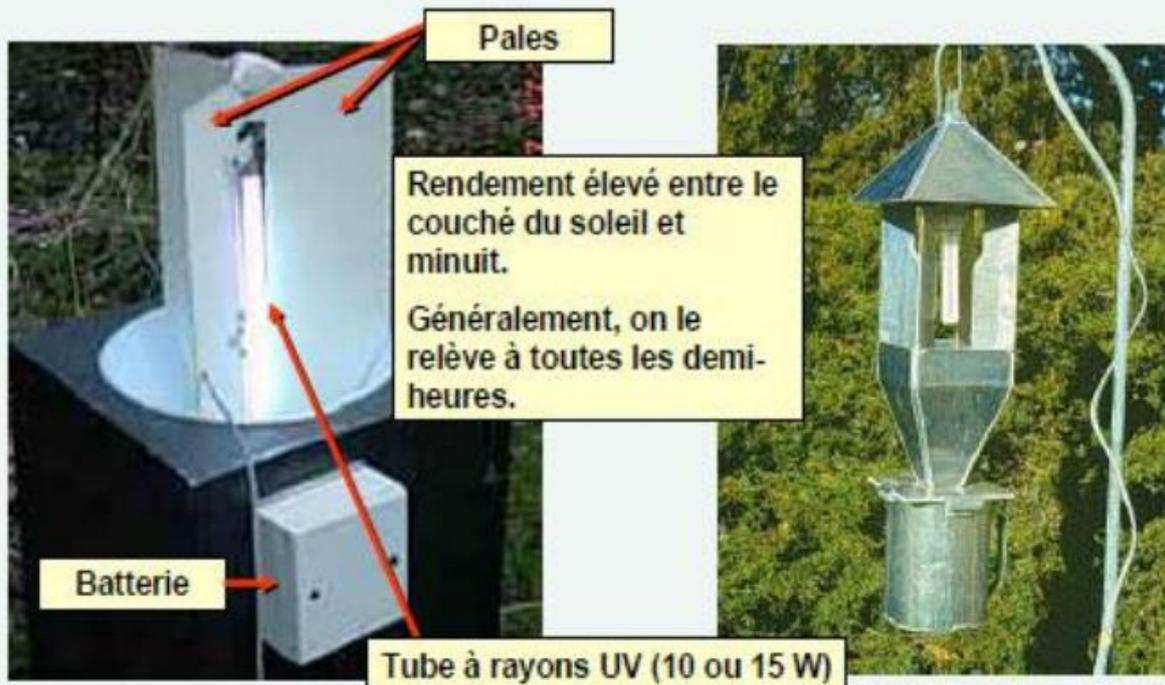
Permet d'obtenir des résultats chiffrés (abondance relative) (= méthode dite « semi-quantifiable »)

Ex. nombre d'individus capturés d'une espèce donnée suite à 20 coups de filets sur une distance de x mètres.

Difficile de **standardiser** la méthode (la façon de faucher varie d'une personne à l'autre, le résultat varie beaucoup selon la densité et la nature de la végétation)

Méthode très sélective : certaines espèces sont beaucoup plus susceptibles que d'autres d'être capturées.

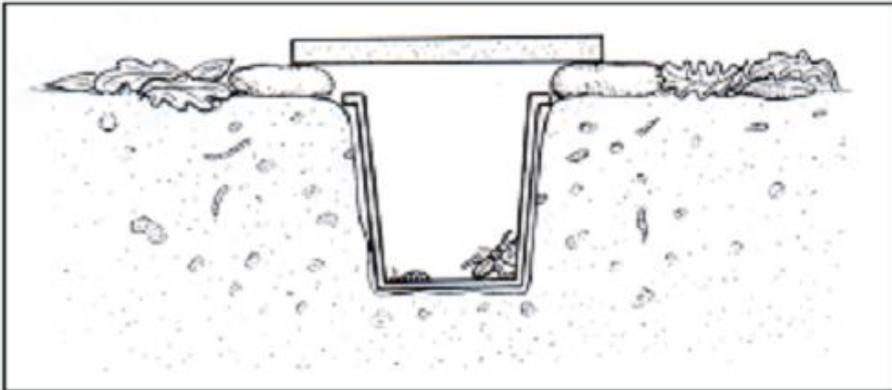
## Pièges lumineux





**Piège lumineux simplifié. Ne permet qu'une collecte manuelle et sélective (pas vraiment de résultats chiffrés utilisables)**

## Piège fosse (ou piège de Barber ou *pitfalls traps*)



Permet d'obtenir des **indices d'abondance** de certaines espèces vivant au sol (peu fiable, par contre, pour estimer la densité de population).

Permet de **comparer** des milieux différents.

Le diamètre du piège a un effet sur la taille des captures (chez les Coléoptères); un piège de plus grand diamètre capture proportionnellement plus de grosses proies qu'un plus petit.

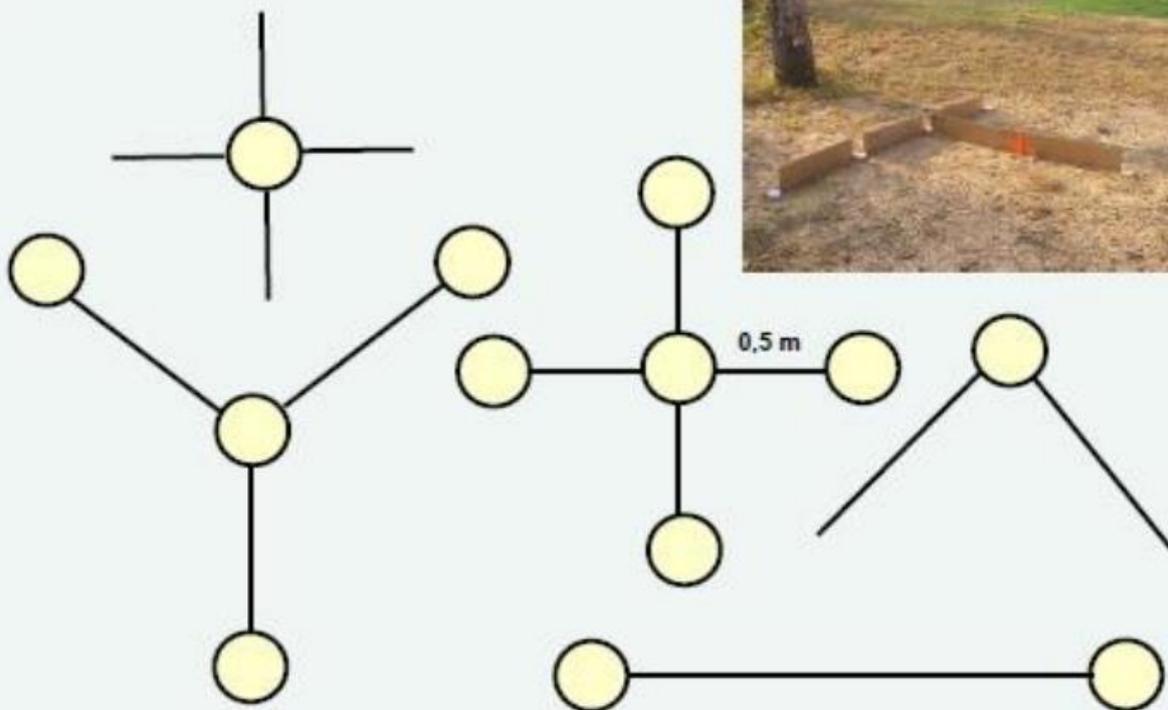
### On peut ajouter au fond un liquide de conservation :

- Alcool
- Formaldéhyde
- Propylène glycol (50-65%) (*Prestone LowTox*)
- Eau, sel et détergent (pour de courtes périodes seulement)

**Avantage** : permet de laisser le piège en place plusieurs jours et même plusieurs semaines.

**Inconvénient** : le liquide de préservation rend le piège **sélectif** (attire certains et en repousse d'autres).

Des « barrières » enfoncées dans le sol peuvent être ajoutées :



## Battage



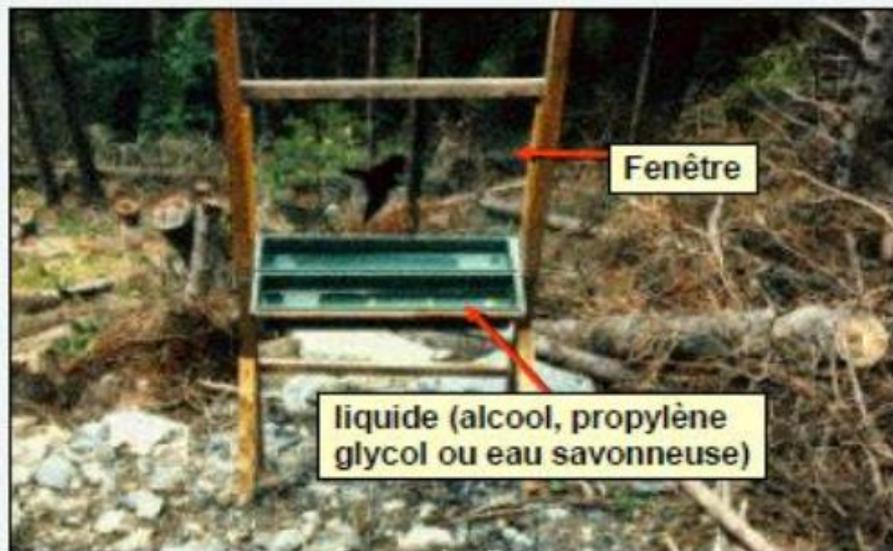
Pour la récolte des Arthropodes vivant sur le feuillage des arbres et arbustes.

Efficaces surtout pour Coléoptères, larves d'insectes phytophages et acariens phytophages.

Permet d'associer les espèces d'insectes ou d'Arthropodes à une plante hôte.

Ne permet pas d'obtenir de données chiffrées vraiment utiles.

## Piège d'interception en vol : piège à impact



Les insectes volants frappent la surface transparente et tombent dans un liquide de conservation.

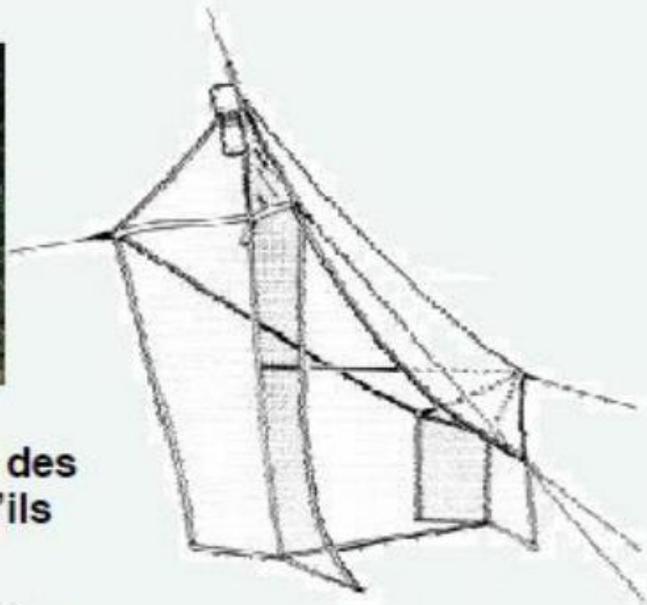
**Sélectif** : les espèces n'ont pas toutes la même vulnérabilité à ce piège (les Coléoptères sont plus vulnérables).

Rendement très variable selon les conditions météo ou l'endroit où le piège est placé.



Autre modèle

## Piège d'interception en vol : piège Malaise



Se fonde sur la tendance des insectes à monter lorsqu'ils rencontrent un obstacle.

Efficace surtout pour Diptères, Hyménoptères et Lépidoptères.



Piège Ngu



Piège H

Variantes du Malaise conçues pour évaluer l'abondance de certains diptères hématophages comme les Tabanidés ou la mouche Tsé-tsé. Ces espèces sont attirées par les formes sombres (notez la couleur sombre des « murs » intérieurs).

## Pièges à phéromones

Utilisent des **phéromones sexuelles** pour attirer certaines espèces bien précises.

**Phéromone** = substance sécrétée par un individu et qui agit, pas son odeur perçue, sur le comportement d'un autre individu. L'attraction sexuelle chez les insectes se fait généralement par l'émission de phéromones.

Les phéromones jouent aussi un rôle important dans les communications entre individus chez les insectes sociaux.



## Piège Lindgren (*Lindgren Funnel Trap, piège à Scolytes*)



Piège pour les coléoptères qui creusent des galeries dans les arbres (*Scolytidae* surtout).

Fait d'une série d'entonnoirs superposés. Se fonde sur la tendance de l'insecte à se laisser tomber au sol lorsqu'il perd prise en essayant de se poser.

Peut être appâté avec des phéromones, des substances extraites de l'arbre qui sert d'hôte (alpha-pinène, par exemple), de l'alcool ou de la térébenthine.

Insectes recueillis dans le contenant à la base.  
Contient un liquide de conservation.

## Méthodes absolues

Collecte à la main

Cages d'émergence

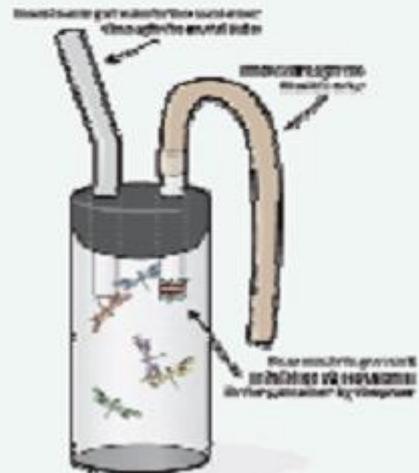
Aspiration (D-Vac)

Séparation du substrat

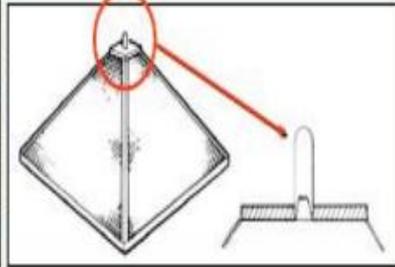
## Collecte à la main

Souvent la méthode la plus simple et la plus rapide pour échantillonner des insectes qui vivent à la surface des plantes (sur les feuilles, par exemple).

Il est souvent utile d'utiliser un aspirateur pour récolter les petits insectes.



## Cages d'émergence

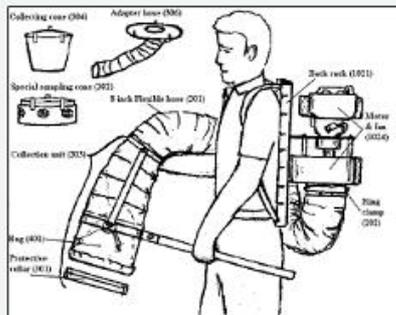


Permet de récolter tous les individus volants qui émergent du sol ou de l'eau.

Donnent d'excellents résultats (permet d'évaluer avec assez de précision la valeur absolue des populations).



## Aspiration (D-Vac)



Peut être utilisé comme méthode de contrôle.

Ici, pour éliminer les pucerons et un Curculionidae nuisible (*Hypera brunneipennis*) dans un champ de luzerne. Les insectes ne sont pas tués par la machine ce qui permet de libérer les insectes utiles et d'éliminer les autres.

**Donne des résultats beaucoup plus précis que le filet faucheur (beaucoup moins d'insectes échappent à la capture).**

**Efficace pour les insectes vivant sur des plantes basses (champs cultivés, herbes).**

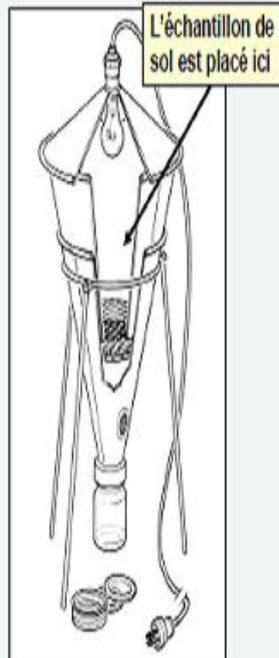
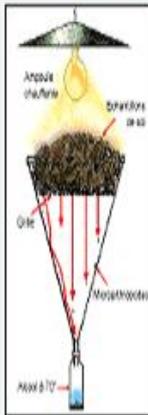
**Ne capture pas tout, nécessite un calcul pour corriger les résultats (un calibrage de la méthode).**

**Souvent difficile de standardiser la méthode (les appareils varient en puissance et l'efficacité peut varier selon l'utilisateur).**



## Séparation du substrat : Appareil de Berlese et tamis

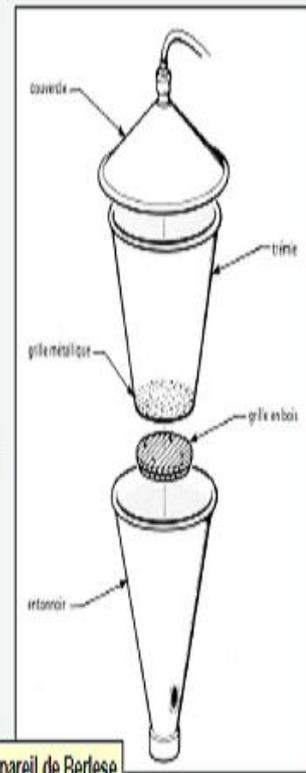
L'idée, c'est de prélever une quantité connue de substrat en d'en extraire les insectes et autres arthropodes qui y vivent.



Utile pour évaluer les populations d'Arthropodes et d'autres invertébrés de la litière et de l'humus.

Fondé sur le fait que la plupart des Arthropodes préfèrent les milieux sombres et humides (et fuient la lumière et le sec).

On peut utiliser, à la place de l'ampoule, un produit dégageant une odeur répulsive (naphthalène, paradichlorobenzène ou chloropicrine).



## Séparation du substrat : Tamis

Plus rapide, mais moins efficace que l'appareil de Berlese.

Permet d'éliminer rapidement les plus gros déchets et de concentrer les insectes dans ce qui reste.



## **TUER ET CONSERVER LES INSECTES CAPTURÉS**

### **Le flacon de chasse**

Il suffit de placer un peu de papier absorbant au fond d'un pot et d'y laisser tomber quelques gouttes d'acétate d'éthyle. Le flacon sera efficace pour quelques heures. Pour les plus petits insectes, on utilise une petite bouteille dans laquelle on place une bandelette de papier imbibée d'une goutte d'acétate d'éthyle.

On peut aussi tuer les insectes en les plaçant au congélateur pendant quelques jours.

### **La congélation**

On peut aussi tuer les insectes en les plaçant au congélateur pendant quelques jours.

### **Dans l'alcool**

Les plus petits insectes qui ne peuvent être montés ou ceux à corps mou comme les larves ou les araignées peuvent être directement placés dans un flacon contenant de l'alcool à 70%. Les spécialistes utilisent habituellement de l'éthanol, mais on peut aussi utiliser de l'alcool à friction vendu en pharmacie (alcool isopropylique).

Chaque capture doit être identifiée par un papier portant un numéro correspondant à une note dans le cahier d'observation, papier placé dans le flacon.

## **LE CARNET DE TERRAIN**

C'est un outil indispensable. C'est un petit cahier ou un calepin dans lequel vous noterez, pour chaque insecte capturé :

- Un numéro (ce numéro doit être inscrit sur une étiquette accompagnant l'insecte récolté).
- La localité et la date de la capture.
- L'heure (le moment du jour) et les conditions météo.
- La méthode de capture.
- Le milieu écologique où s'est faite la capture (boisé, potager, champ en friche, étang, etc.) et autres détails s'il y a lieu (sous une pierre, sous l'écorce d'une vieille souche, sur une espèce particulière de plante, etc.).
- Notez aussi toute autre information pertinente : l'abondance, le comportement, la coloration .

### 3.5. La faune aquatique (Poisson)

#### Protocole d'échantillonnage

Pour gérer au mieux les ressources en poisson d'un milieu, il est indispensable d'identifier les espèces qui y vivent et de connaître leur abondance, leur répartition, leur biologie et leur écologie.

#### 1. ENGINES "PASSIFS"

On range dans cette catégorie toutes sortes de pièges fixes qui mettent à profit les déplacements des poissons pour les capturer.

- les pêcheries barrages de toutes natures

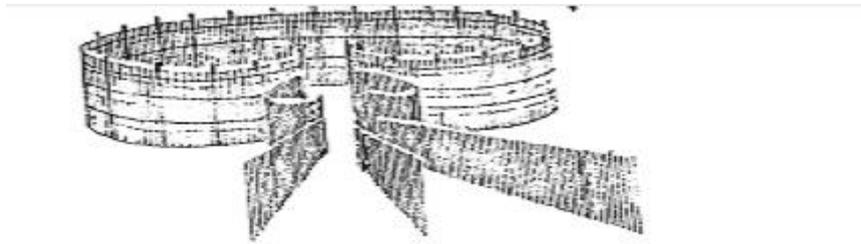
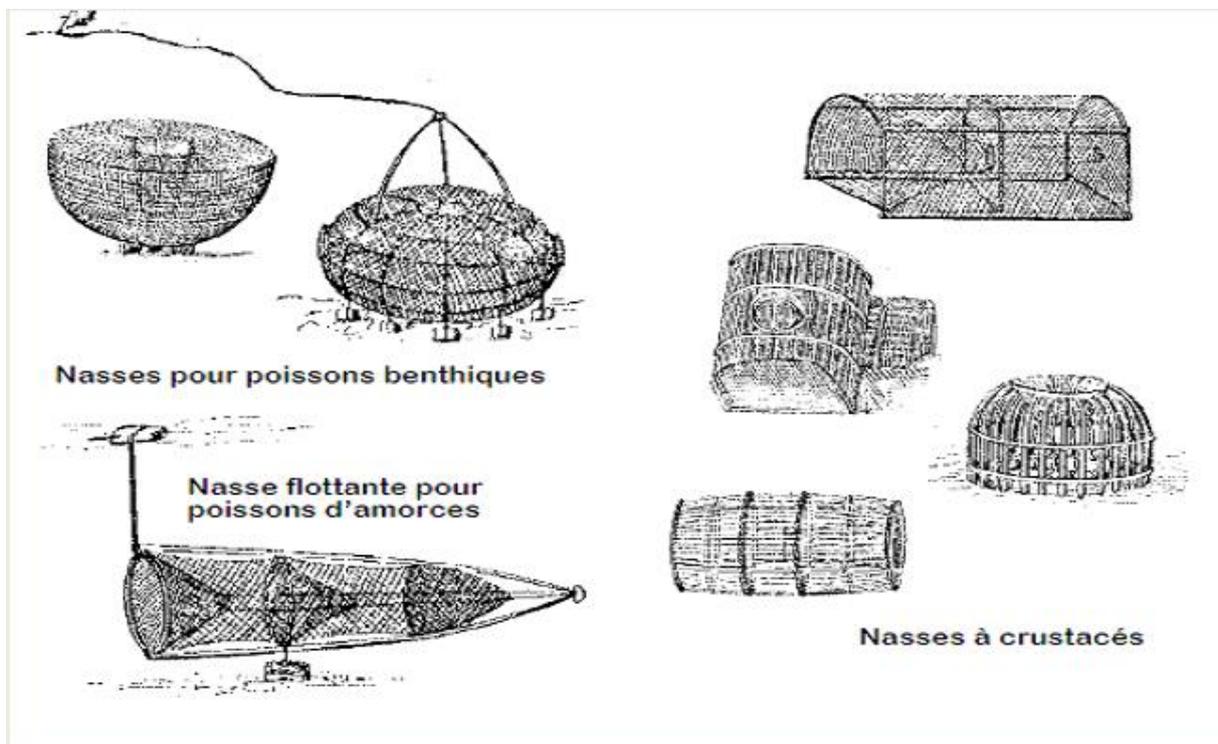


Figure 1.- Barrages

-Les nasses et les casiers. Engins en général très sélectifs et peu utilisés pour les études de peuplement.



Les lignes et les palangres : également très sélectives. On peut cependant noter que l'examen des captures obtenues par les palan-es non appâtés (dites lignes maliennes) montre par la diversité des espèces et des tailles capturées que cet engin peut être un bon échantillonneur du peuplement démersal.

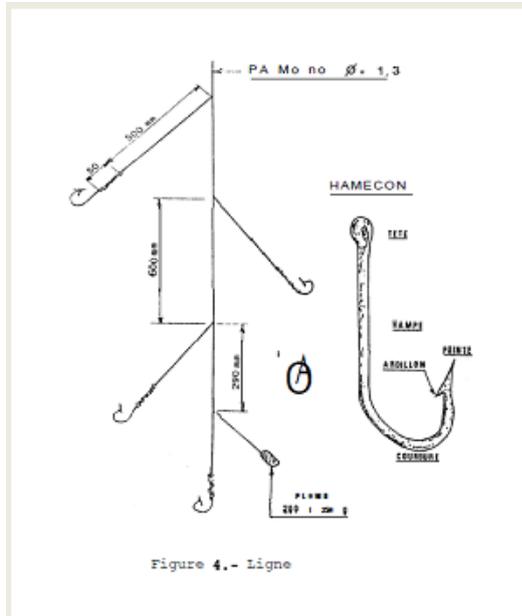


Figure 4.- Ligne

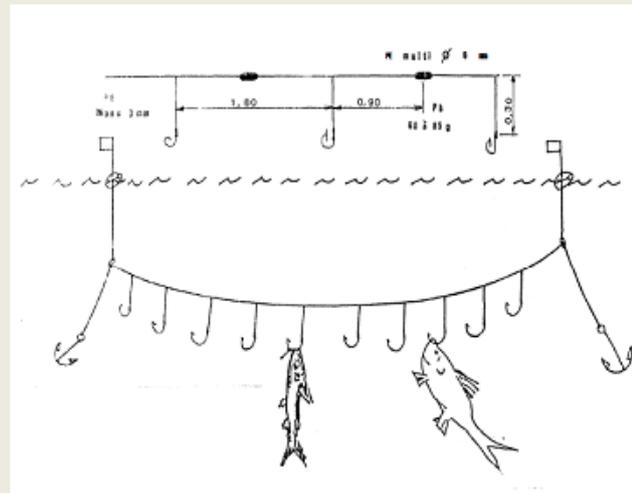


Figure 5.- Palangres

– Les filets maillants sont les plus couramment utilisés pour les études de peuplement. Généralement différentes tailles de mailles et plusieurs types de filets sont associés afin d'élargir au maximum la gamme des espèces capturées.

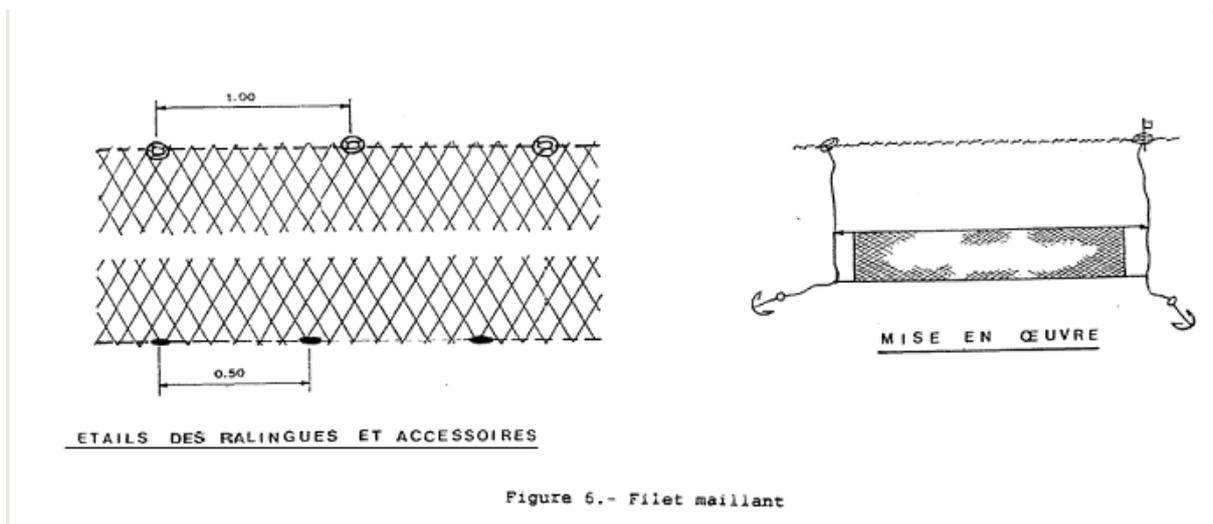


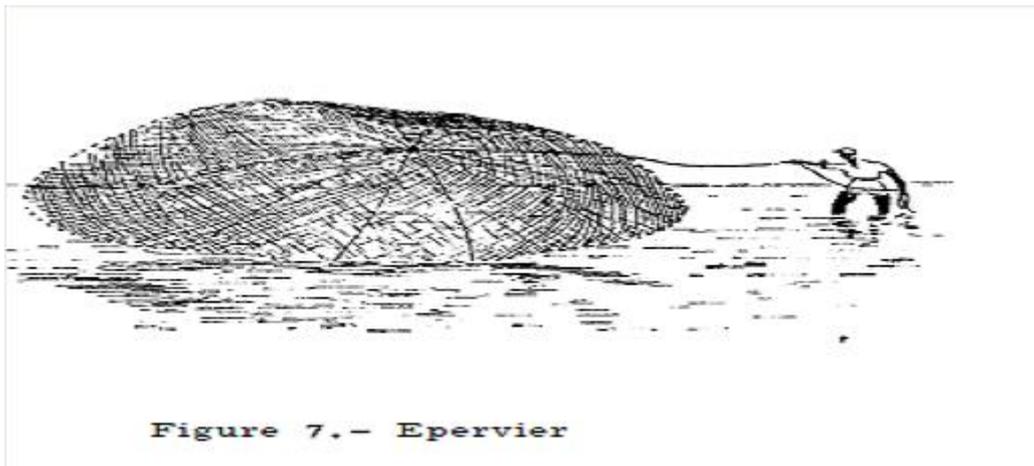
Figure 6.- Filet maillant

## 2. TECHNIQUES ACTIVES

### • Les engins recouvrant

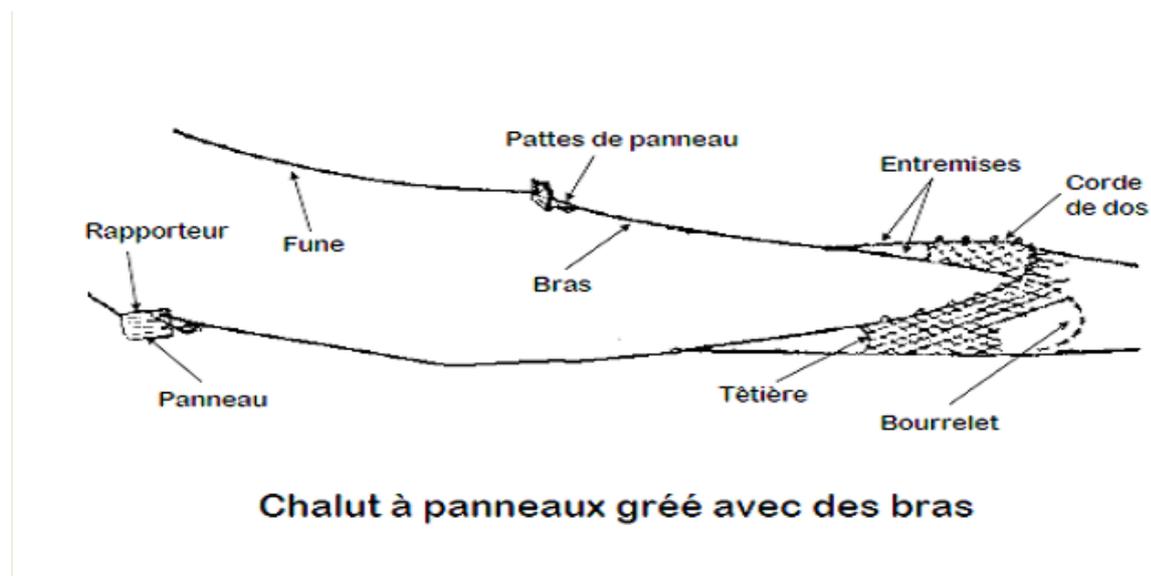
• En général de dimension limitées, leur prototype est l'épervier. De dimension petite à moyenne, cet engin est utilisé dans des eaux peu profondes marines ou continentales.

L'évitement (le poisson repère l'engin et l'évite) L'unité de surface échantillonnée est petite.



### Les engins traînants

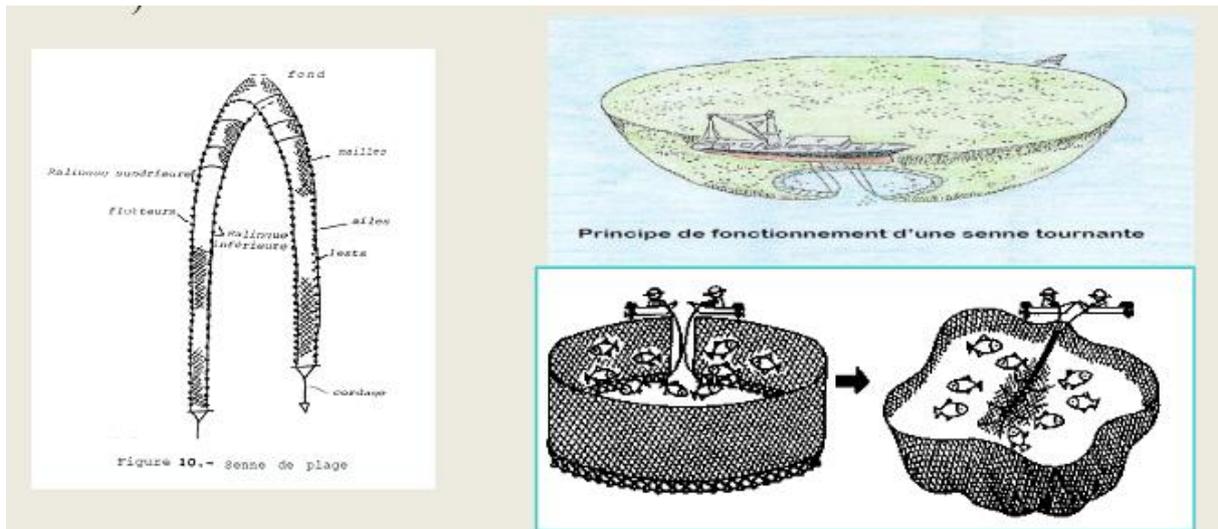
Il s'agit en ce qui concerne les poissons des différentes sortes de chalut pélagiques et démersaux. Pour les études de peuplement on utilise en général des chaluts à petites mailles (parfois des chaluts à crevettes).



### Les engins encerclant

Diverses Petites sennes (à poche, à bâtonnets, moustiquaire de bordure) sont fréquemment employées pour l'étude des peuplements de petites espèces ou de formes juvéniles.

Les grandes sennes : sennes tournantes (coulissantes) et sennes de plage (ou de rivage) le sont pour l'étude des peuplements de milieux en général vastes et pas trop profonds (1 à 20 m).



### Engins électrifiés

Contrairement aux méthodes précédentes les “pêches électriques” ne sont utilisées qu’en eau douce (ou très légèrement saumâtres). La pêche électrique est une méthode d’échantillonnage très performante particulièrement adaptée à certains milieux particuliers (petites rivières, ruisseaux, mares, bordures, rapides) inaccessibles à d’autres techniques de prélèvement. Elle permet la capture d’un grand nombre d’espèces en particulier les petites espèces en général peu ou pas capturables par les autres méthodes.

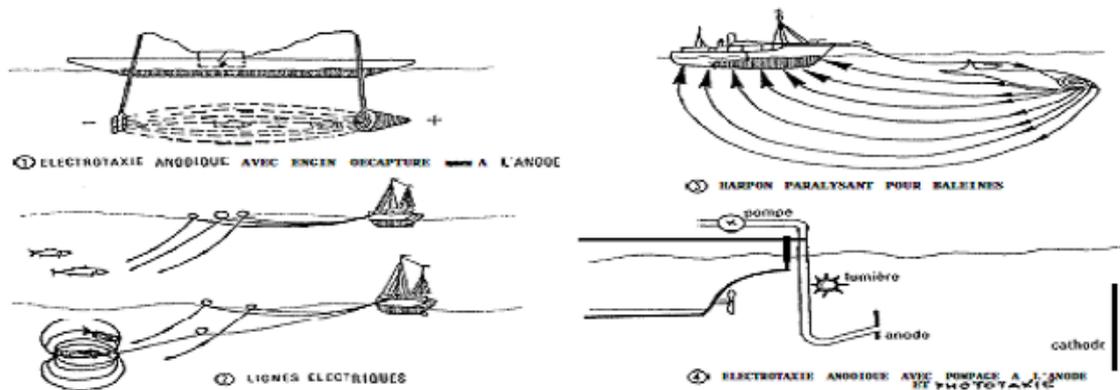


Figure 11.- engins électrifiés

### 3. Méthodes d’observation directe

- Observation en plongée

Elle est pratiquée dans les milieux océaniques où la turbidité est faible et où les méthodes par capture ne sont pas applicables (lagons, récifs coralliens, herbiers). Bien que possédant quelques avantages, notamment celui de préserver totalement les milieux et sa faune,

- Observation directe des espèces en migration Elle est

pratiquée dans les rivières au niveau des barrages où sont parfois ménagées de véritables chambres d'observation des poissons (parfois améliorée ou complétée par des systèmes automatisés de comptage, des enregistrements vidéo.. .)

- **Observations aéroportées**

Elle peut apporter des éléments précieux (comportement, répartition, composition des bancs...) pour l'étude des peuplements des grands pélagiques hauturiers

- **Méthodes acoustiques**

Leur principe est le suivant : un appareil fixé sur un bateau ou une pirogue émet un son qui arrive sur les poissons et est réfléchi.

vers la surface de l'eau où le signal retour est enregistré. L'intensité de cette réponse donne des renseignements sur la quantité de poissons présents dans le milieu.

#### **4. Méthodes diverses (ou complémentaires)**

- Suivi des pêcheries professionnelles.
- Les écologistes ont, d'une manière générale tendance à négliger cette source d'information pourtant fort intéressante. Bien que rarement suffisante (problème des zones non prospectées, de saisonnalité des activités de pêche, de l'existence d'espèces cibles (qui peuvent changer), de mélanges d'espèces etc.
- les données de la pêche apportent des compléments par l'observation des débarquements ou, mieux, la participation à des campagnes de pêche. Bien souvent, seules les séries statistiques des biologistes des pêches Permettront à l'écologiste de situer son étude dans la dynamique à moyen ou long terme de l'écosystème qu'il étudie.

Ces données permettront en particulier de percevoir parfois d'appréhender des phénomènes comme les remplacements d'espèces dominantes (successions écologiques), ou les effets de bouleversements environnementaux (climatiques ou autres) sur les peuplements aquatiques ce qu'une campagne de pêches expérimentales nécessairement limitée dans le temps ne peut faire.



Bateau hauturier: recherche halieutique



Bateau hauturier: grand chalutier (pêche industrielle)



Bateau hauturier: grand chalutier (pêche industrielle)



Bateau côtier: petit chalutier



Enroulement du chalut



Enrouleur du chalut

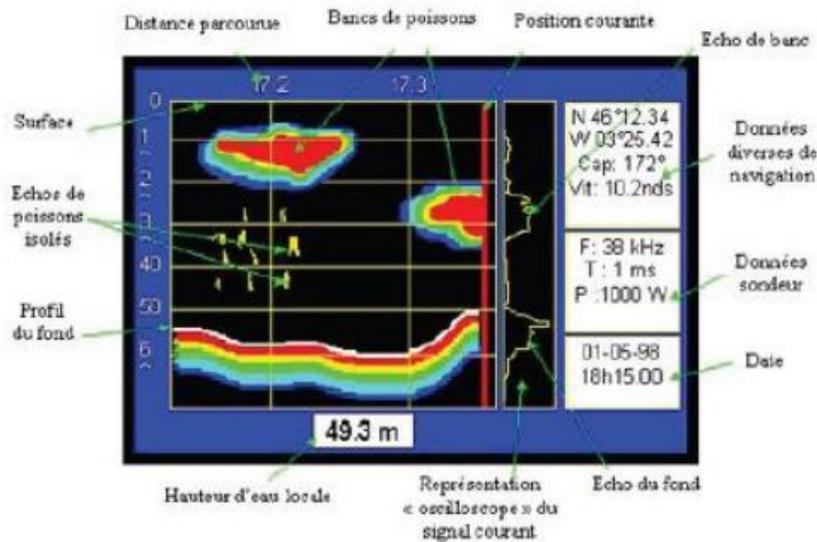


Commande système de pêche



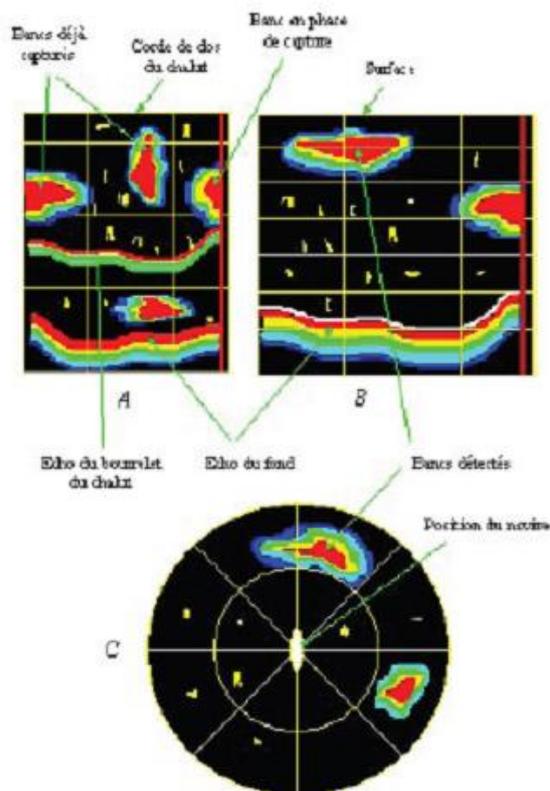
Passerelle, barre et poste de communication

## EQUIPEMENTS D'AIDE A LA PÊCHE: LE SONDEUR



Exemple type de visualisation d'un sondeur monofaisceau bathymétrique ou de pêche. Les lignes verticales correspondant à des émissions successives du signal permettent de constituer une coupe verticale de la tranche d'eau parcourue par le navire. Le sondeur étant souvent couplé aux autres systèmes de navigation du bord, les données correspondantes peuvent ainsi être présentées à l'utilisateur, ainsi que les paramètres de réglage du sondeur.

## EQUIPEMENTS D'AIDE A LA PÊCHE: LE SONAR



Visualisations associées aux différents systèmes sonar utilisés en pêche. (A) Netsonde: on visualise la tranche d'eau située sous la corde de dos du chalut, faisant apparaître les captures entrant dans la poche, dont l'ouverture est délimitée par l'écho du bourrelet inférieur. (B) Sondeur: cette représentation, la plus courante, permet de faire apparaître les cibles passant à la verticale du navire. (C) Sonar panoramique: les cibles sont détectées et présentées dans un plan horizontal, de manière analogue à un radar de surveillance aérienne.

## **4. Collecte et analyses des données faunistiques et floristiques**

### **4.1. Présentation des données**

Quel que soit le type d'évaluation menée, il est essentiel de bien choisir les méthodes de collecte et d'analyse des données et de les appliquer correctement

Points principaux

1- Les méthodes de collecte et d'analyse de données doivent être choisies en fonction de l'évaluation concernée, de ses questions clés d'évaluation et des ressources disponibles.

2- Les méthodes de collecte et d'analyse de données doivent être sélectionnées de manière à assurer la complémentarité entre les points forts et les faiblesses des unes et des autres.

### **4.2. Préparation des données**

Après la collecte des données suit la préparation des données. La préparation des données, parfois appelée « Pré-traitement », est l'étape pendant laquelle les données brutes sont nettoyées et structurées en vue de l'étape suivante du traitement des données. Pendant cette phase de préparation, les données brutes sont vérifiées avec soin afin de déceler d'éventuelles erreurs.

L'objectif est d'éliminer les données de mauvaise qualité (redondantes, incomplètes ou incorrectes) et de commencer à créer les données de haute qualité qui peuvent garantir la qualité de votre environnement de travail Exemple :

Données sur la faune et la flore d'une région ou d'un site c'est à dire tout dépend de l'échelle spatial et temporelle (Diversité, richesse, distribution de la faune et la flore).

### **4.3. Importation des données**

Les données propres sont ensuite importées dans leur emplacement de destination (par exemple : un dossier qui contient un fichier Excel ou convertie vers un format supporté par cette destination). L'importation des données est la première étape au cours de laquelle les données brutes commencent à se transformer en information exploitable.

### **4.4. Traitement des données**

Le traitement des données est exécuté dès que celles-ci sont collectées, en vue de les traduire en information exploitable : Le traitement des données est généralement effectué par un spécialiste data scientifique, biostatisticien, ...etc. (ou

une équipe). Il est important qu'il soit effectué correctement afin de ne pas impacter négativement le produit final ou la sortie des données.

Le traitement des données commence avec les données brutes propres :

Convertit les données sous une forme plus lisible (graphiques, documents de texte, ...etc.) en leur donnant le format et contexte nécessaires pour qu'elles puissent être interprétées par l'intéressé.

### **Exemple :**

Des données sur la faune et la flore d'une région ou d'un site, c'est à dire tout dépend de l'échelle spatiale et temporelle (Diversité, richesse, distribution de la faune et la flore).

Les objectifs de cette étude est d'inventorier (richesse spécifique) la faune ou la flore avec les abondances et la densité qui existe dans un site bien déterminé, bien-sûr toutes les communautés (faune et flore) ont des attributs ou des caractéristiques qui diffèrent de ceux des composants qui composent la communauté et qui n'ont de sens que par rapport à l'assemblage collectif ou à la communauté.

Ces attributs sont:

- **Nombre d'espèces (Richesse)**

- **Abondance des espèces et densité**

**1- Abondance :** L'abondance des espèces est généralement basée sur les nombres d'individus par espèce, ou sur des variables telles que le pourcentage de couverture ou la biomasse des espèces.

**2- Densité des espèces :** le nombre d'individus d'une espèce collectée dans une zone totale particulière. Pour les échantillons de quadra ou d'autres méthodes

D'échantillonnage d'une zone fixe, la densité des espèces est exprimée en unités

D'espèces par zone spécifiée. Exemple : 10 ind/m<sup>2</sup>, 100/quadra de 10 m<sup>2</sup>...etc.

**3- Estimation de la richesse spécifique :**

**a- Indice de Shannon**

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \log p_i$$

**pi** = abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce, se calcule ainsi :

$$p_i = n_i/N ;$$

**S** = nombre total d'espèces ;

**ni** = nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon ;

**N** = nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon.

Ainsi, la valeur de  $H'$  dépend du nombre d'espèces présentes, de leurs proportions relatives, de la taille de l'échantillon ( $N$ ) et de la base de logarithme. Le choix de la base de logarithme est arbitraire (Valiela, 1995) mais, lorsqu'on compare des indices, la base utilisée doit être mentionnée et être la même.

La dominance marquée d'une espèce révèle une faible diversité, alors que la co-dominance de plusieurs espèces révèle une grande diversité. Puisque l'équation est un estimateur biaisé (Valiela, 1995).

Cet indice permet de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu d'étude et donc d'observer une évolution au cours du temps. Cet indice varie toujours de 0 à  $\ln S$  (ou  $\log S$  ou  $\log_2 S$ , selon le choix de la base du logarithme)

### **b- Indice d'équitable**

C'est le rapport de la diversité observée à une distribution de fréquence des espèces complètement égale (échelle de 0-1), peut être quantifiée séparément à l'aide de l'indice Shannon-Wiener comme étant :

$$J' = H'/H'_{\max}$$

où  $H'$  est la diversité spécifique observée et  $H'_{\max}$  est le logarithme du nombre total d'espèces ( $S$ ) dans l'échantillon (Gray et al., 1992).

Par exemple, deux espèces présentant 50 individus chacune représenteraient une équitabilité ou une égalité complète d'une valeur de 1.

Deux espèces, dont la première est représentée par un individu, et la deuxième, par 99, obtiendraient seulement un résultat de 0,08.

## **4.5. Traitements statistiques et méthodes multivariées par l'identification des groupements d'espèce :**

### **A. Historique :**

Les bases théoriques de ces méthodes sont anciennes et sont principalement issues de "psychomètres" américains : Spearman (1904) et Thurstone (1931, 1947) pour

l'Analyse en Facteurs, Hotelling (1935) pour l'Analyse en Composantes Principales et l'Analyse Canonique, Hirschfeld (1935) et Guttman (1941, 1959) pour l'Analyse des Correspondances. Pratiquement, leur emploi ne s'est généralisé qu'avec la diffusion des moyens de calcul dans le courant des années 60.

Sous l'appellation "Multivariate Analysis" elles poursuivent des objectifs sensiblement différents à ceux qui apparaîtront en France. Un individu ou unité statistique n'y est souvent considéré que pour l'information qu'il apporte sur la connaissance des liaisons entre variables au sein d'un échantillon statistique dont la distribution est le plus souvent soumise à des hypothèses de normalité.

En France, l'expression "Analyse des Données" recouvre les techniques ayant pour objectif la description statistique des grands tableaux ( $n$  lignes, où  $n$  varie de quelques dizaines à quelques milliers,  $p$  colonnes, où  $p$  varie de quelques unités à quelques dizaines).

Ces méthodes se caractérisent par une utilisation intensive de l'ordinateur, leur objectif exploratoire et une absence quasi systématique d'hypothèses de nature probabiliste au profit des propriétés et résultats de géométrie euclidienne. Elles insistent sur les représentations graphiques en particulier de celles des individus qui sont considérés au même titre que les variables.

Depuis la fin des années 1970, de nombreux travaux ont permis de rapprocher ou concilier les deux points de vue en introduisant, dans des espaces multidimensionnels appropriés, les outils probabilistes et la notion de modèle, usuelle en statistique inférentielle.

Les techniques se sont ainsi enrichies de notions telles que l'estimation, la convergence, la stabilité des résultats, le choix de critères. . . L'objectif essentiel de ces méthodes est l'aide à la compréhension de volumes de données souvent considérables. Réduction de dimension, représentation graphique optimale, recherche de facteurs ou variables latentes... sont des formulations équivalentes.

## **B. Méthodes**

Les méthodes de Statistique exploratoire multidimensionnelle se classifient selon leur objectif (réduction de dimension ou classification) et le type des données à analyser (quantitatives et/ou qualitatives) :

### **\* Description et réduction de dimension (méthodes factorielles) :**

1. Analyse en Composantes Principales ( $p$  variables quantitatives).

2. Analyse Factorielle Discriminante (p variables quantitatives, 1 variable qualitative).
3. Analyse Factorielle des Correspondances simple (2 variables qualitatives) et Multiple (p variables qualitatives).
4. Analyse Canonique (p et q variables quantitatives).
5. Multi-dimensional Scaling (M.D.S.) ou positionnement multidimensionnel ou analyse factorielle d'un tableau de distances. Toutes les précédentes méthodes sont basées sur des outils classiques de géométrie euclidienne qui sont développés dans les rappels et compléments d'algèbre linéaire.
6. Non negative Matrix Factorisation ou NMF.

**\* Méthodes de classification :**

1. Classification ascendante hiérarchique,
2. Algorithmes de réallocation dynamique,
3. Cartes de Kohonen (réseaux de neurones)

## **5. Sortie et interprétation des données**

Lors de l'étape de sortie/interprétation, les données deviennent exploitables par tous, y compris ceux qui n'ont pas les compétences d'un spécialiste. Elles sont converties, deviennent lisibles et sont généralement présentées sous forme de graphiques...etc.